

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6720231号  
(P6720231)

(45) 発行日 令和2年7月8日(2020.7.8)

(24) 登録日 令和2年6月19日(2020.6.19)

(51) Int.Cl. F 1  
**G 0 2 B 15/20 (2006.01)** G O 2 B 15/20  
**G 0 2 B 13/18 (2006.01)** G O 2 B 13/18

請求項の数 29 (全 43 頁)

<p>(21) 出願番号 特願2018-19219 (P2018-19219)                  (22) 出願日 平成30年2月6日(2018.2.6)                  (65) 公開番号 特開2019-138941 (P2019-138941A)                  (43) 公開日 令和1年8月22日(2019.8.22)                  審査請求日 平成31年3月27日(2019.3.27)</p>	<p>(73) 特許権者 000001007                  キヤノン株式会社                  東京都大田区下丸子3丁目30番2号                  (74) 代理人 100126240                  弁理士 阿部 琢磨                  (74) 代理人 100124442                  弁理士 黒岩 創吾                  (72) 発明者 伊藤 大介                  東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キ                  ヤノン株式会社内                  審査官 堀井 康司</p>
--	---

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】ズームレンズ及びそれを有する撮像装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

複数のレンズ群を有し、ズーミングに際して隣り合うレンズ群の間隔が変化するズームレンズにおいて、

前記複数のレンズ群は、物体側より像側へ順に配置された、正の屈折力の第1レンズ群、負の屈折力の第2レンズ群、1つ以上のレンズ群を含む後群より構成され、

広角端から望遠端までのズーミングにおいて最も大きな全系の開放FナンバーをF、前記後群の最も物体側に配置されるレンズの物体側のレンズ面から前記後群の最も像側に配置されるレンズの像側のレンズ面までの広角端における間隔をLRW、広角端におけるレンズ全長をLW、前記後群に含まれるレンズ間隔のうち広角端において最も広いレンズ間隔をLRAW、広角端におけるバックフォーカスをBKWとするとき、

$$0.70 < F < 2.50$$

$$0.36 < LRW / LW < 1.00$$

$$0.02 < LRAW / LRW < 0.18$$

$$0.01 < BKW / LRW < 0.40$$

なる条件式を満足することを特徴とするズームレンズ。

【請求項2】

前記後群に含まれるレンズの枚数をNとするとき、

$$10 \leq N \leq 30$$

なる条件式を満足することを特徴とする請求項1に記載のズームレンズ。

## 【請求項 3】

前記第 1 レンズ群の焦点距離を  $f_1$  とするとき、

$$0.01 < BKW / f_1 < 0.35$$

なる条件式を満足することを特徴とする請求項 1 または 2 に記載のズームレンズ。

## 【請求項 4】

前記後群の最も物体側に配置されるレンズの物体側のレンズ面から像面までの広角端における間隔を  $LLW$  とするとき、

$$0.50 < LLW / LW < 1.00$$

なる条件式を満足することを特徴とする請求項 1 乃至 3 のいずれか 1 項に記載のズームレンズ。

10

## 【請求項 5】

前記後群に含まれるレンズ間隔のうち、広角端において最も広いレンズ間隔の物体側のレンズ面と像側のレンズ面より形成される空気レンズの焦点距離を  $f_{LAW}$ 、広角端における前記後群の焦点距離を  $f_{LRW}$  とするとき、

$$-20.00 < f_{LAW} / f_{LRW} < -0.10$$

なる条件式を満足することを特徴とする請求項 1 乃至 4 のいずれか 1 項に記載のズームレンズ。

## 【請求項 6】

前記後群に含まれるレンズ間隔のうち広角端において最も広いレンズ間隔の物体側のレンズ面の曲率半径を各々  $AR_1$ 、 $AR_2$  とするとき、

$$-1000.00 < (AR_1 - AR_2) / (AR_1 + AR_2) < -1.00$$

なる条件式を満足することを特徴とする請求項 1 乃至 5 のいずれか 1 項に記載のズームレンズ。

20

## 【請求項 7】

前記後群に含まれるレンズ間隔のうち広角端において最も広いレンズ間隔の物体側のレンズ面と像側のレンズ面より形成される空気レンズの焦点距離を  $f_{LAW}$ 、前記後群に含まれるレンズ間隔のうち広角端において最も広いレンズ間隔よりも物体側に配置される、前記後群内のレンズの合成焦点距離を  $f_{LRFW}$  とするとき、

$$-2.50 < f_{LAW} / f_{LRFW} < -0.25$$

なる条件式を満足することを特徴とする請求項 1 乃至 6 のいずれか 1 項に記載のズームレンズ。

30

## 【請求項 8】

前記後群に含まれるレンズ間隔のうち広角端において最も広いレンズ間隔の物体側のレンズ面と像側のレンズ面より形成される空気レンズの焦点距離を  $f_{LAW}$ 、前記後群に含まれるレンズ間隔のうち広角端において最も広いレンズ間隔よりも像側に配置される、前記後群内のレンズの合成焦点距離を  $f_{LReW}$  とするとき、

$$-2.50 < f_{LAW} / f_{LReW} < -0.25$$

なる条件式を満足することを特徴とする請求項 1 乃至 7 のいずれか 1 項に記載のズームレンズ。

40

## 【請求項 9】

前記後群に含まれるレンズ間隔のうち広角端において最も広いレンズ間隔よりも物体側に配置される、前記後群内のレンズの合成焦点距離を  $f_{LRFW}$ 、前記後群に含まれるレンズ間隔のうち広角端において最も広いレンズ間隔よりも像側に配置される、前記後群内のレンズの合成焦点距離を  $f_{LReW}$  とするとき、

$$0.50 < f_{LRFW} / f_{LReW} < 2.00$$

なる条件式を満足することを特徴とする請求項 1 乃至 8 のいずれか 1 項に記載のズームレンズ。

## 【請求項 10】

広角端における前記後群の焦点距離を  $f_{LRW}$ 、前記第 1 レンズ群の焦点距離を  $f_1$  とするとき、

50

$$0.10 < f_{LRW} / f_1 < 1.00$$

なる条件式を満足することを特徴とする請求項 1 乃至 9 のいずれか 1 項に記載のズームレンズ。

【請求項 11】

広角端における前記後群の焦点距離を  $f_{LRW}$ 、前記第 2 レンズ群の焦点距離を  $f_2$  とするとき、

$$-3.00 < f_{LRW} / f_2 < -1.00$$

なる条件式を満足することを特徴とする請求項 1 乃至 10 のいずれか 1 項に記載のズームレンズ。

【請求項 12】

前記第 1 レンズ群の焦点距離を  $f_1$ 、前記第 2 レンズ群の焦点距離を  $f_2$  とするとき、

$$-10.00 < f_1 / f_2 < -2.00$$

なる条件式を満足することを特徴とする請求項 1 乃至 11 のいずれか 1 項に記載のズームレンズ。

【請求項 13】

前記後群は最も物体側に正の屈折力の第 3 レンズ群を有し、前記第 1 レンズ群の焦点距離を  $f_1$ 、前記第 3 レンズ群の焦点距離を  $f_3$  とするとき、

$$1.00 < f_1 / f_3 < 5.00$$

なる条件式を満足することを特徴とする請求項 1 乃至 12 のいずれか 1 項に記載のズームレンズ。

【請求項 14】

前記後群は最も物体側に正の屈折力の第 3 レンズ群を有し、前記第 2 レンズ群の焦点距離を  $f_2$ 、前記第 3 レンズ群の焦点距離を  $f_3$  とするとき、

$$-1.50 < f_2 / f_3 < -0.30$$

なる条件式を満足することを特徴とする請求項 1 乃至 13 のいずれか 1 項に記載のズームレンズ。

【請求項 15】

広角端から望遠端へのズーミングにおける前記第 1 レンズ群の移動量を  $M_1$ 、広角端から望遠端へのズーミングにおける前記第 2 レンズ群の移動量を  $M_2$  とし、移動量の符号は広角端に比べて望遠端においてレンズ群が像側に位置するときを正、物体側に位置するときを負とするとき、

$$-2.00 < M_1 / M_2 < -0.05$$

なる条件式を満足することを特徴とする請求項 1 乃至 14 のいずれか 1 項に記載のズームレンズ。

【請求項 16】

前記第 1 レンズ群の焦点距離を  $f_1$ 、広角端から望遠端へのズーミングにおける前記第 2 レンズ群の移動量を  $M_2$  とし、移動量の符号は広角端に比べて望遠端においてレンズ群が像側に位置するときを正、物体側に位置するときを負とするとき、

$$0.02 < M_2 / f_1 < 0.50$$

なる条件式を満足することを特徴とする請求項 1 乃至 15 のいずれか 1 項に記載のズームレンズ。

【請求項 17】

前記第 1 レンズ群の焦点距離を  $f_1$ 、広角端から望遠端へのズーミングにおける前記第 1 レンズ群の移動量を  $M_1$  とし、移動量の符号は広角端に比べて望遠端においてレンズ群が像側に位置するときを正、物体側に位置するときを負とするとき、

$$-1.00 < M_1 / f_1 < -0.01$$

なる条件式を満足することを特徴とする請求項 1 乃至 16 のいずれか 1 項に記載のズームレンズ。

【請求項 18】

前記第 1 レンズ群は物体側より像側へ順に配置された、負レンズ、正レンズ、正レンズ

10

20

30

40

50

より構成されていることを特徴とする請求項 1 乃至 1 7 のいずれか 1 項に記載のズームレンズ。

【請求項 1 9】

無限遠から至近へのフォーカシングに際し、前記第 2 レンズ群は物体側へ移動することを特徴とする請求項 1 乃至 1 8 のいずれか 1 項に記載のズームレンズ。

【請求項 2 0】

望遠端における前記第 2 レンズ群の横倍率を  $2 T$  とするとき、

$$-1.00 < 2 T < -0.50$$

なる条件式を満足することを特徴とする請求項 1 乃至 1 9 のいずれか 1 項に記載のズームレンズ。

10

【請求項 2 1】

前記第 2 レンズ群は物体側より像側へ順に配置された、負レンズ、負レンズ、正レンズ、負レンズ、負レンズより構成されていることを特徴とする請求項 1 乃至 2 0 のいずれか 1 項に記載のズームレンズ。

【請求項 2 2】

前記第 2 レンズ群の最も像側に配置されているレンズの物体側のレンズ面の曲率半径を  $R R 1$ 、当該レンズの像側のレンズ面の曲率半径を  $R R 2$  とするとき、

$$-1.00 < (R R 1 - R R 2) / (R R 1 + R R 2) < -0.20$$

なる条件式を満足することを特徴とする請求項 1 乃至 2 1 のいずれか 1 項に記載のズームレンズ。

20

【請求項 2 3】

前記第 2 レンズ群の焦点距離を  $f 2$ 、前記第 2 レンズ群の最も像側に配置されているレンズの焦点距離を  $f R$  とするとき、

$$1.50 < f R / f 2 < 5.00$$

なる条件式を満足することを特徴とする請求項 1 乃至 2 2 のいずれか 1 項に記載のズームレンズ。

【請求項 2 4】

$$0.45 < L R W / L W < 1.00$$

なる条件式を満足することを特徴とする請求項 1 乃至 2 3 のいずれか 1 項に記載のズームレンズ。

30

【請求項 2 5】

前記第 2 レンズ群と前記後群との間に配置された、開口絞りを有することを特徴とする請求項 1 乃至 2 4 のいずれか 1 項に記載のズームレンズ。

【請求項 2 6】

前記後群は、物体側から像側へ順に配置された、正の屈折力の第 3 レンズ群、負の屈折力の第 4 レンズ群、正の屈折力の第 5 レンズ群より構成されることを特徴とする請求項 1 乃至 2 5 のいずれか 1 項に記載のズームレンズ。

【請求項 2 7】

前記後群は、正の屈折力の第 3 レンズ群より構成されることを特徴とする請求項 1 乃至 2 5 のいずれか 1 項に記載のズームレンズ。

40

【請求項 2 8】

前記後群は、物体側から像側へ順に配置された、正の屈折力の第 3 レンズ群、正の屈折力の第 4 レンズ群より構成されることを特徴とする請求項 1 乃至 2 5 のいずれか 1 項に記載のズームレンズ。

【請求項 2 9】

請求項 1 乃至 2 8 のいずれか 1 項に記載のズームレンズと、該ズームレンズによって形成される像を受光する撮像素子を有していることを特徴とする撮像装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0 0 0 1】

50

本発明はズームレンズ及びそれを有する撮像装置に関し、例えばビデオカメラ、電子スチルカメラ、放送用カメラ、監視カメラ等のように撮像素子を用いた撮像装置に好適なものである。

【背景技術】

【0002】

従来、大口径比の撮像光学系としてFナンバー（F値）が2.5よりも明るい単一焦点距離の撮像光学系がよく知られている。大口径比の単一焦点距離の撮像光学系の中でも標準焦点距離（50mm相当）から中望遠焦点距離（85mm相当）は被写体に人物が選ばれられるシーンが多く、ボケ味を活かした撮像が容易となる。

【0003】

しかしながら、単一焦点距離の撮像光学系は焦点距離が固定のため、別の焦点距離に変えたい場合には、別の撮像光学系を付け替える必要があり手間がかかる。そのため、焦点距離を変更したい場合においては、交換による手間によりシャッターチャンスを逃したり、焦点距離の違う撮像光学系を何本も持ち歩く必要があるため不便を感じることもある。

【0004】

現在、存在する標準焦点距離（50mm相当）から中望遠焦点距離（85mm相当）までの撮像光学系の焦点距離域には中間の焦点距離仕様の撮像光学系が少なく、細かく焦点距離を選べないことがある。

【0005】

従来、撮像装置に用いられるズームレンズには種々なシーンでボケ味を活かした撮像が容易な標準焦点距離（50mm相当）から中望遠焦点距離（85mm相当）にかけて焦点距離を可変に設定できるズームレンズが強く要望されている。標準焦点距離（50mm相当）から中望遠焦点距離（85mm相当）にかけた全系が小型化で明るいFナンバーのズームレンズとして、物体側に正の屈折力のレンズ群を配置したポジティブリード型のズームレンズが知られている（特許文献1乃至3）。

【0006】

特許文献1のズームレンズは物体側から像側へ順に、正の屈折力の第1レンズ群、負の屈折力の第2レンズ群、正の屈折力の第3レンズ群、負の屈折力の第4レンズ群、正の屈折力の第5レンズ群から構成されている。そして第3レンズ群以降の後群は12枚のレンズから構成されている。広角端から望遠端へのズームングにおけるFナンバーは1.60から2.0で、ズーム比1.0程度である。

【0007】

特許文献2のズームレンズは、物体側から像側へ順に、正の屈折力の第1レンズ群、負の屈折力の第2レンズ群、正の屈折力の第3レンズ群、正の屈折力の第4レンズ群、正の屈折力の第5レンズ群、負の屈折力の第6レンズ群から構成されている。第3レンズ群以降の後群は10枚のレンズから構成されている。広角端から望遠端へのズームングにおけるFナンバーは2.17から2.40で、ズーム比7程度である。

【0008】

特許文献3のズームレンズは、物体側から像側へ順に、正の屈折力の第1レンズ群、負の屈折力の第2レンズ群、正の屈折力の第3レンズ群、正の屈折力の第4レンズ群、正の屈折力の第5レンズ群から構成されている。第3レンズ群以降の後群は10枚のレンズから構成されている。広角端から望遠端へのズームングにおけるFナンバーは1.62から1.77でズーム比6程度である。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0009】

【特許文献1】特開昭59-93411号公報

【特許文献2】特開2011-13536号公報

【特許文献3】特開2013-171207号公報

【発明の概要】

10

20

30

40

50

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0010】

ポジティブリード型のズームレンズにおいて、大口径比化を図りつつ、高ズーム比で全ズーム範囲にわたり高い光学性能を得るには、各レンズ群の屈折力やレンズ構成等を適切に設定することが重要になってくる。更に、前述したズームタイプのズームレンズでは第2レンズ群よりも像側の第3レンズ群を含む後群のレンズ構成を適切に設定することが重要になってくる。

## 【0011】

例えば後群のレンズ厚や後群中に含まれる空気を挟んでレンズ面とレンズ面との間で形成される空気レンズの光軸上の位置、屈折力、そして形状等を適切に設定することが重要になってくる。これらの構成を適切に設定しないと、大口径比化を図りつつ、高ズーム比で、しかも全ズーム範囲で高い光学性能のズームレンズを得るのが難しくなってくる。

## 【0012】

本発明は、大口径比でズーム全域で良好な光学特性が得られるズームレンズ及びそれを有する撮像装置の提供を目的とする。

## 【課題を解決するための手段】

## 【0013】

本発明のズームレンズは、複数のレンズ群を有し、ズーミングに際して隣り合うレンズ群の間隔が変化するズームレンズにおいて、

前記複数のレンズ群は、物体側より像側へ順に配置された、正の屈折力の第1レンズ群、負の屈折力の第2レンズ群、1つ以上のレンズ群を含む後群より構成され、

広角端から望遠端までのズーミングにおいて最も大きな全系の開放FナンバーをF、前記後群の最も物体側に配置されるレンズの物体側のレンズ面から前記後群の最も像側に配置されるレンズの像側のレンズ面までの広角端における間隔をLRW、広角端におけるレンズ全長をLW、前記後群に含まれるレンズ間隔のうち広角端において最も広いレンズ間隔をLRAW、広角端におけるバックフォーカスをBKWとするとき、

$$0.70 < F < 2.50$$

$$0.36 < LRW / LW < 1.00$$

$$0.02 < LRAW / LRW < 0.18$$

$$0.01 < BKW / LRW < 0.40$$

なる条件式を満足することを特徴としている。

## 【発明の効果】

## 【0014】

本発明によれば、大口径比でズーム全域で良好な光学特性が得られるズームレンズが得られる。

## 【図面の簡単な説明】

## 【0015】

【図1】実施例1の広角端におけるレンズ断面図

【図2】実施例1の広角端、中間のズーム位置、望遠端における収差図

【図3】実施例2の広角端におけるレンズ断面図

【図4】実施例2の広角端、中間のズーム位置、望遠端における収差図

【図5】実施例3の広角端におけるレンズ断面図

【図6】実施例3の広角端、中間のズーム位置、望遠端における収差図

【図7】実施例4の広角端におけるレンズ断面図

【図8】実施例4の広角端、中間のズーム位置、望遠端における収差図

【図9】実施例5の広角端におけるレンズ断面図

【図10】実施例5の広角端、中間のズーム位置、望遠端における収差図

【図11】実施例6の広角端におけるレンズ断面図

【図12】実施例6の広角端、中間のズーム位置、望遠端における収差図

【図13】実施例7の広角端におけるレンズ断面図

【図14】実施例7の広角端、中間のズーム位置、望遠端における収差図

【図15】実施例8の広角端におけるレンズ断面図

【図16】実施例8の広角端、中間のズーム位置、望遠端における収差図

【図17】本発明の撮像装置の要部概略図

【発明を実施するための形態】

【0016】

以下に本発明の好ましい実施の形態を、添付の図面に基づいて説明する。

【0017】

本発明のズームレンズは、物体側より像側へ順に配置された、正の屈折力の第1レンズ群、負の屈折力の第2レンズ群、1つ以上のレンズ群を含む後群より構成され、ズームに際して隣り合うレンズ群間隔が変化する。

10

【0018】

図1は実施例1の広角端におけるレンズ断面図である。図2(A)、(B)、(C)は実施例1の広角端、中間のズーム位置、望遠端における収差図である。図3は実施例2の広角端におけるレンズ断面図である。図4(A)、(B)、(C)は実施例2の広角端、中間のズーム位置、望遠端における収差図である。図5は実施例3の広角端におけるレンズ断面図である。図6(A)、(B)、(C)は実施例3の広角端、中間のズーム位置、望遠端における収差図である。

【0019】

図7は実施例4の広角端におけるレンズ断面図である。図8(A)、(B)、(C)は実施例4の広角端、中間のズーム位置、望遠端における収差図である。図9は実施例5の広角端におけるレンズ断面図である。図10(A)、(B)、(C)は実施例5の広角端、中間のズーム位置、望遠端における収差図である。図11は実施例6の広角端におけるレンズ断面図である。図12(A)、(B)、(C)は実施例6の広角端、中間のズーム位置、望遠端における収差図である。

20

【0020】

図13は実施例7の広角端におけるレンズ断面図である。図14(A)、(B)、(C)は実施例7の広角端、中間のズーム位置、望遠端における収差図である。図15は実施例8の広角端におけるレンズ断面図である。図16(A)、(B)、(C)は実施例8の広角端、中間のズーム位置、望遠端における収差図である。

30

【0021】

各実施例のズームレンズはビデオカメラ、デジタルカメラ、監視カメラ、TVカメラ等の撮像装置に用いられる撮像光学系である。

【0022】

レンズ断面図において、左方が物体側(前方)で、右方が像側(後方)である。レンズ断面図において、L0はズームレンズである。iは物体側からレンズ群の順番を示し、Liは第iレンズ群である。LRは1つ以上のレンズ群を含む後群である。SPは開口絞りである。Gは水晶ローパスフィルターや赤外カットフィルター等のガラスブロックである。

【0023】

IPは像面であり、ビデオカメラやデジタルスチルカメラの撮像光学系として使用する際にはCCDセンサやCMOSセンサなどの撮像素子(光電変換素子)の撮像面が置かれる。矢印は広角端から望遠端へのズームにおける各レンズ群の移動軌跡を示している。フォーカスに関する矢印は無限遠から近距離へのフォーカシングに際してのレンズ群の移動方向を示している。

40

【0024】

図1、図3、図5、図7、図13、図15のレンズ断面図においては次のレンズ群より構成されている。L1は正の屈折力(焦点距離の逆数)の第1レンズ群、L2は負の屈折力の第2レンズ群、L3は正の屈折力の第3レンズ群、L4は負の屈折力の第4レンズ群、L5は正の屈折力の第5レンズ群である。後群LRは第3レンズ群L3乃至第5レンズ

50

群 L 5 より構成されている。ズームングに際して隣り合うレンズ群の間隔が変化する。無限遠から近距離へのフォーカシングに際して第 2 レンズ群 L 2 は物体側へ移動する。

【 0 0 2 5 】

図 9 のレンズ断面図において L 1 は正の屈折力の第 1 レンズ群、L 2 は負の屈折力の第 2 レンズ群、L 3 は正の屈折力の第 3 レンズ群である。後群 L R は第 3 レンズ群 L 3 より構成されている。ズームングに際して隣り合うレンズ群の間隔が変化する。無限遠から近距離へのフォーカシングに際して第 2 レンズ群 L 2 は物体側へ移動する。

【 0 0 2 6 】

図 1 1 のレンズ断面図において L 1 は正の屈折力の第 1 レンズ群、L 2 は負の屈折力の第 2 レンズ群、L 3 は正の屈折力の第 3 レンズ群、L 4 は正の屈折力の第 4 レンズ群である。後群 L R は第 3 レンズ群 L 3、第 4 レンズ群 L 4 より構成されている。ズームングに際して隣り合うレンズ群の間隔が変化する。無限遠から近距離へのフォーカシングに際して第 2 レンズ群 L 2 は物体側へ移動する。

10

【 0 0 2 7 】

各実施例において、開口絞り S P は第 3 レンズ群 L 3 の物体側に配置している。尚、以下の各実施例において広角端と望遠端は各レンズ群が機構上光軸上を移動可能な範囲の両端に位置したときのズーム位置をいう。

【 0 0 2 8 】

収差図のうち球面収差において、実線の d は d 線 (波長 5 8 7 . 6 n m)、2 点鎖線の g は g 線 (波長 4 3 5 . 8 n m) である。非点収差図において点線の M は d 線のメリディオナル像面、実線の S は d 線のサジタル像面である。倍率色収差は g 線によって表している。は半画角 (撮影画角の半分の値) (度)、F n o は F ナンバーである。

20

【 0 0 2 9 】

次に、各実施例の特徴について説明する。本発明のズームレンズでは、物体側から像側へ順に配置された、正の屈折力の第 1 レンズ群 L 1、負の屈折力の第 2 レンズ群 L 2、1 つ以上のレンズ群を含む後群 L R より構成されている。ズームングに際して隣り合うレンズ群の間隔が変化する。

【 0 0 3 0 】

実施例において、広角端から望遠端までのズームングにおいて、最も大きな全系の開放 F ナンバーを F とする。後群 L R の最も物体側に配置されるレンズの物体側のレンズ面から後群 L R の最も像側に配置されるレンズの像側のレンズ面までの広角端における間隔を L R W とする。広角端におけるレンズ全長を L W とする。後群 L R に含まれるレンズ間隔のうち広角端において最も広いレンズ間隔を L R A W とする。

30

【 0 0 3 1 】

このとき、

$$0.70 < F < 2.50 \quad \dots (1)$$

$$0.36 < L R W / L W < 1.00 \quad \dots (2)$$

$$0.02 < L R A W / L R W < 0.30 \quad \dots (3)$$

なる条件式を満足する。

40

【 0 0 3 2 】

次に前述の各条件式の技術的意味について説明する。条件式 ( 1 ) は全ズーム範囲において最も暗い (大きい) 開放 F 値を規定している。条件式 ( 1 ) の上限値を超えて F 値が暗くなると、大口径比のズームレンズを満足しないため好ましくない。条件式 ( 1 ) の下限値を超えると高い光学性能を得るのが困難になる。

【 0 0 3 3 】

条件式 ( 2 ) は広角端におけるレンズ全長に対する後群 L R の光軸方向の厚みの比率を既定している。条件式 ( 2 ) の上限値を超えて後群 L R の厚み比率が大きくなると、後群 L R に配置できるレンズ枚数を増やすことができるため、高性能化が容易になる。しかしながら、第 1 レンズ群 L 1 や第 2 レンズ群 L 2 の移動量を増加することが困難となり、所

50

定のズーム比を得るのが困難になる。

【 0 0 3 4 】

高いズーム比を確保するためには、第1レンズ群L1と、第2レンズ群L2の屈折力を強めることが必要になるが、屈折力が強くなりすぎることによって、ズームにおける収差変動が増加してくる。また収差変動を軽減するために、第1レンズ群L1と第2レンズ群L2のレンズ枚数を増加すると、全系が大型化となるため好ましくない。

【 0 0 3 5 】

条件式(2)の下限値を超えて後群LRの厚み比率が小さくなると、レンズ全長が長くなり、全系が大型化するため好ましくない。またレンズ全長の長さを維持したまま後群LRの厚み比率が小さくなると、レンズを配置することが困難となり、大口径比にて高性能を確保することが困難となる。

10

【 0 0 3 6 】

条件式(3)は後群LRの厚みに対する、後群LR内の最も広い空気間隔の比率を既定している。条件式(3)の上限値を超えて最も広い空気間隔の比率が大きくなると、レンズ枚数が不足し、高性能化が困難になる。また、後群LRの厚みが増す方向になるため、レンズ全長が増加するため、好ましくない。条件式(3)の下限値を超えて最も広い空気間隔の比率が小さくなると、レンズ枚数が増加することで高性能化は容易となるが、後群LRの厚みが増すため好ましくない。

【 0 0 3 7 】

なお、各実施例において、好ましくは条件式(1)乃至(3)の数値範囲を次の如くするのが良い。

20

$$\begin{aligned} 1.10 < F < 2.20 & \dots (1a) \\ 0.45 < LRW/LW < 0.80 & \dots (2a) \\ 0.05 < LRAW/LRW < 0.28 & \dots (3a) \end{aligned}$$

【 0 0 3 8 】

また、さらに好ましくは、条件式(1a)乃至(3a)の数値範囲を次の如くするのが良い。

$$\begin{aligned} 1.12 < F < 1.90 & \dots (1b) \\ 0.47 < LRW/LW < 0.70 & \dots (2b) \\ 0.12 < LRAW/LRW < 0.25 & \dots (3b) \end{aligned}$$

30

また好ましくは条件式(2)の数値範囲を条件式(2a)の下限値を用いて  $0.45 < LRW/LW < 1.00 \dots (2X)$

とするのが良い。また好ましくは条件式(3)の数値範囲を後述する表1の実施例3の値を用いて

$$0.02 < LRAW/LRW < 0.18 \dots (3X)$$

とするのが良い。

【 0 0 3 9 】

各実施例では以上の如く構成することにより、全系が小型でありながら、高性能、大口径比のズームレンズを容易に得ることができる。各実施例において、好ましくは次の条件のうち1つ以上を満足することがより好ましい。広角端におけるバックフォーカスをBKWとする。後群LRに含まれるレンズ枚数をNとする。第1レンズ群L1の焦点距離をf1とする。後群LRの最も物体側に配置されるレンズの物体側のレンズ面から像面までの広角端における間隔をLLWとする。

40

【 0 0 4 0 】

後群LR内のレンズ間隔のうち広角端において最も広いレンズ間隔における物体側のレンズ面と像側のレンズ面より形成される空気レンズの焦点距離(物体側のレンズ面と像側のレンズ面の合成焦点距離)をfLAWとする。広角端における後群LRの焦点距離をfLRWとする。後群LR内のレンズ間隔のうち広角端において最も広いレンズ間隔における物体側と像側のレンズ面の曲率半径を各々AR1、AR2とする。後群LR内のレンズ間隔のうち広角端において最も広いレンズ間隔における物体側に配置される後群LR内の

50

レンズの合成焦点距離を  $f_{LRfW}$  とする。

【0041】

後群LR内のレンズ間隔のうち広角端において最も広いレンズ間隔における像側に配置される後群LR内のレンズの合成焦点距離を  $f_{LReW}$  とする。第2レンズ群L2の焦点距離を  $f_2$  とする。後群LRは最も物体側に正の屈折力の第3レンズ群L3を有し、第3レンズ群L3の焦点距離を  $f_3$  とする。広角端から望遠端へのズームにおける第1レンズ群L1の移動量を  $M_1$ 、広角端から望遠端へのズームにおける第2レンズ群L2の移動量を  $M_2$  とする。

10

【0042】

ここで、広角端から望遠端へのズームにおけるレンズ群の移動量とは、広角端におけるレンズ群の光軸上の位置と望遠端におけるレンズ群の光軸上の位置の差をいう。移動量の符号は広角端に比べて望遠端においてレンズ群が像側に位置するときを正、物体側に位置するときを負とする。

【0043】

望遠端における第2レンズ群L2の横倍率を  $2T$  とする。第2レンズ群L2の最も像側に配置されているレンズの物体側のレンズ面の曲率半径を  $RR_1$ 、当該レンズの像側のレンズ面の曲率半径を  $RR_2$  とする。第2レンズ群L2の最も像側に配置されているレンズの焦点距離を  $f_R$  とする。

20

【0044】

このとき、次の条件式のうち1つ以上を満足するのが良い。

- 0.01 < BKW / LRW < 0.40 . . . (4)
- 10 N 30 . . . (5)
- 0.01 < BKW /  $f_1$  < 0.35 . . . (6)
- 0.50 < LLW / LW < 1.00 . . . (7)
- 20.00 < fLAW / fLRW < -0.10 . . . (8)
- 1000.00 < (AR1 - AR2) / (AR1 + AR2) < -1.0 . . . (9)
- 2.50 < fLAW / fLRfW < -0.25 . . . (10)
- 2.50 < fLAW / fLReW < -0.25 . . . (11)
- 0.50 < fLRfW / fLReW < 2.00 . . . (12)
- 0.10 < fLRW /  $f_1$  < 1.00 . . . (13)
- 3.00 < fLRW /  $f_2$  < -1.00 . . . (14)
- 10.00 <  $f_1 / f_2$  < -2.00 . . . (15)
- 1.00 <  $f_1 / f_3$  < 5.00 . . . (16)
- 1.50 <  $f_2 / f_3$  < -0.30 . . . (17)
- 2.00 <  $M_1 / M_2$  < -0.05 . . . (18)
- 0.02 <  $M_2 / f_1$  < 0.50 . . . (19)
- 1.00 <  $M_1 / f_1$  < -0.01 . . . (20)
- 1.00 <  $2T$  < -0.50 . . . (21)
- 1.00 < (RR1 - RR2) / (RR1 + RR2) < -0.20 . . . (22)
- 1.50 <  $f_R / f_2$  < 5.00 . . . (23)

30

40

【0045】

次に前述の各条件式の技術的意味について説明する。条件式(4)は広角端におけるバックフォーカスと、広角端における後群LRのレンズ厚に対する比率を規定している。条件式(4)の上限値を超えるとバックフォーカスが長くなる、あるいは後群LRの厚みが短くなることを意味している。バックフォーカスが長くなるとレンズ全長が増大する、あるいはレンズ全長はそのまとしたとき、後群LRのレンズの枚数を減らすことになり小型化には有利となるが、高性能化を実現することが困難となる。

【0046】

条件式(4)の下限値を超えてバックフォーカスが短くなる、あるいは後群LRのレン

50

ズの厚みが増すことを意味している。バックフォーカスが短くなることで、レンズ枚数の配置が容易になり、高性能化には有利となるが、後群LRのレンズ厚が増すため、全系が大型化してしまい好ましくない。

【0047】

条件式(5)は第3レンズ群L3以降を構成する後群LRに含まれるレンズ枚数を規定している。条件式(5)の上限値を超えて後群LRを構成するレンズ枚数が増加してしまうと、高性能化には有利であるが、後群LRのレンズ厚が厚くなりすぎてしまい、全系が大型化するために好ましくない。

【0048】

条件式(5)の下限値を超えて後群LRに含まれるレンズ枚数が少なくなると、全系の小型化には有利となるが、高性能化が困難となり好ましくない。下限値は後群LRを構成するレンズ枚数が9枚未満であることになる。

10

【0049】

一般的にガウスタ입は6枚のレンズから構成されることが知られているが、9枚というレンズ枚数はガウスタ입に3枚のレンズを追加する構成である。このガウスタ입を用いた大口径におけるシングルレンズにおいては、9枚以下のレンズより構成されていることが知られている。しかしながら球面収差やコマ収差を補正しつつ、サジタルフレアを補正するにはレンズ枚数が少なすぎ、高性能化が困難であるため好ましくない。

【0050】

条件式(6)は広角端におけるバックフォーカスと第1レンズ群L1の焦点距離の比率を規定している。条件式(6)の上限値を超えるとバックフォーカスが長くなる、あるいは第1レンズ群L1の焦点距離が短くなることを意味している。バックフォーカスが長くなると、レンズ全長が増大する、あるいはレンズ全長はそのままとしたとき、後群LRのレンズの枚数を減らすことになり全系の小型化には有利となるが、高性能化を実現することが困難となる。

20

【0051】

また、第1レンズ群L1の焦点距離が短くなるとレンズ全長が短くなり全系の小型化には有利となるが、焦点距離が短くなることにより、各レンズ群の偏心敏感度が高くなり、高性能化するためには高い組立精度が必要となるため、好ましくない。

【0052】

条件式(6)の下限値を超えるとバックフォーカスが短くなる、あるいは第1レンズ群L1の焦点距離が長くなることを意味している。バックフォーカスが短くなることで、レンズ枚数の配置が容易になり高性能化には有利となるが、第1レンズ群L1の焦点距離が長くなることにより全系が大型化するため好ましくない。

30

【0053】

条件式(7)は広角端におけるレンズ全長に対する後群LRの光軸上の位置に関する。条件式(7)の上限値を超えて後群LRの位置が物体側に配置されると、後群LRに配置できるレンズ枚数を増やすことができるため、高性能化が容易となる。しかしながら第1レンズ群L1や第2レンズ群L2の移動量を増加することが困難となり、所定のズーム比を得るのが困難になる。条件式(7)の下限値を超えて後群LRの位置が像側へ配置されると、後群LRに配置できるレンズ枚数が制限されてしまい、高性能化が困難になるため好ましくない。

40

【0054】

条件式(8)は広角端における後群LR内の最大空気間隔の前後のレンズ面より形成される空気レンズの焦点距離と、広角端における後群LRの焦点距離の比率を規定している。条件式(8)の上限値を超えると、空気レンズの焦点距離が短くなる。後群LRはレンズ枚数が多く大口径比であるため、被写界深度が浅く、像面湾曲を最適に補正する必要がある。後群LRは強い正の屈折力を持っているが、大口径比のペッツバール和を補正するためには、空気レンズにも負の焦点距離が必要となる。

【0055】

50

条件式(8)の上限を超えて、空気レンズの負の焦点距離が短くなると、像面湾曲がアンダー方向に大きくなり、像面湾曲の補正が困難となる。条件式(8)の下限値を超えると、空気レンズの負の屈折力が弱くなりすぎてしまい像面湾曲がオーバーとなり好ましくない。また、サジタルフレアが増加し、サジタルフレアの補正が困難となる。

【0056】

条件式(9)は広角端における後群LR内の最大空気間隔の前後のレンズ面より形成される空気レンズのシェープファクター(形状)を規定している。条件式(9)の上限値を超えて物体側(前方)のレンズ面の曲率半径が大きくなると、球面収差がアンダー方向に大きくなる。また、空気レンズの負の屈折力が弱まる方向になるため、像面湾曲がアンダーとなり好ましく無い。条件式(9)の下限値を超えて物体側のレンズ面の曲率半径が小さくなると、球面収差がオーバー方向に大きくなる、また、空気レンズの負の屈折力が強まる方向になるため、像面湾曲がオーバーとなり好ましくない。

10

【0057】

条件式(10)は広角端における後群LR内の最大空気間隔の前後のレンズ面より形成される空気レンズの焦点距離と、広角端における後群LR内の最大空気間隔よりも物体側の後群LR中のレンズよりなる前方系LRFの焦点距離の比を規定している。

【0058】

条件式(10)の下限値を超えて、前方系LRFの正の屈折力が強くなると、最大空気間隔よりも物体側の前方系LRFの屈折力配置と最大空気間隔の空気レンズの屈折力配置、最大空気間隔よりも像側の後方系LRの屈折力配置のバランスが崩れる。そうすると球面収差と像面湾曲がアンダー方向に大きくなり、好ましくない。また、条件式(10)の上限値を超えて前方系LRFの正の屈折力が弱くなると、球面収差と像面湾曲がオーバー方向に大きくなり、好ましくない。

20

【0059】

条件式(11)は広角端における後群LR内の最大空気間隔の前後のレンズ面より形成される空気レンズの焦点距離と、広角端における後群LR内の最大空気間隔よりも像側の後群LR中のレンズよりなる後方系LRの焦点距離の比を規定している。

【0060】

条件式(11)の下限値を超えて、後方系LRの正の屈折力が強くなると、最大空気間隔よりも物体側の前方系LRFの屈折力配置と最大空気間隔の空気レンズの屈折力配置、最大空気間隔よりも像側の後方系LRの屈折力配置のバランスが崩れる。そうすると球面収差と像面湾曲がアンダー方向に大きくなり、好ましくない。また、条件式(11)の上限値を超えて後方系LRの正の屈折力が弱くなると、球面収差と像面湾曲がオーバー方向に大きくなり、好ましくない。

30

【0061】

条件式(12)は広角端における後方系LRの焦点距離と、広角端における前方系+RFの焦点距離の比を規定している。条件式(12)の上限値を超えて、最大空気間隔よりも物体側のレンズ全体の屈折力が強くなると、球面収差と像面湾曲がアンダー方向に大きくなり、好ましくない。また、条件式(12)の下限値を超えて後方系LRの正の屈折力が弱くなると、球面収差と像面湾曲がオーバー方向に大きくなり、好ましくない。

40

【0062】

条件式(13)は広角端における後群LRの焦点距離と第1レンズ群L1の焦点距離の比を規定している。条件式(13)の上限値を超えて、第1レンズ群L1の正の屈折力が強くなると、レンズ全長の短縮には有利となるが、第1レンズ群L1の屈折力が強くなりすぎることによって、ズームにおける収差変動の補正が困難となり、好ましくない。また、条件式(13)の下限値を超えて、第1レンズ群L1の正の屈折力が弱くなると、収差変動は軽減されるが、レンズ全長が増大してしまい好ましくない。

【0063】

条件式(14)は広角端における後群LRの焦点距離と第2レンズ群L2の焦点距離の比を規定している。条件式(14)の下限値を超えて、第2レンズ群L2の屈折力が強く

50

なると（負の屈折力の絶対値が大きくなると）、ズームレンズにおける屈折力配置としてはレンズ全長の短縮には有利となる。しかしながら、第2レンズ群L2の負の屈折力が強くなりすぎること、ズームにおける収差変動を抑えることが困難となる。また、第2レンズ群L2のレンズ枚数を増やす必要がでてくるため、結局レンズ枚数をふやすことになり、全系が大型化するため好ましくない。

【0064】

また、条件式(14)の上限値を超えて、第2レンズ群L2の屈折力が弱くなると（負の屈折力の絶対値が小さくなると）、収差変動は軽減されるが、レンズ全長が増大してしまい好ましくない。

【0065】

条件式(15)は第1レンズ群L1の焦点距離と第2レンズ群L2の焦点距離の比を規定している。条件式(15)の下限値を超えて、第2レンズ群L2の負の屈折力が強くなると、ズームレンズにおける屈折力配置としてはレンズ全長の短縮には有利となり、無限遠から至近物点へのフォーカス移動量も少なくなり好ましい。しかしながら、第2レンズ群L2の負の屈折力が強くなりすぎること、ズームにおける収差変動を抑えることが困難となり、好ましくない。また、第2レンズ群L2のレンズ枚数を増やす必要がでてくるため、結局レンズ枚数をふやすことになり、全系が大型化するため好ましくない。

【0066】

条件式(15)の上限値を超えて、第2レンズ群L2の負の屈折力が弱くなると、ズームによる移動量の増加、フォーカシングによる移動量が増加するため、全系が大型化してしまい好ましくない。

【0067】

条件式(16)は第1レンズ群L1の焦点距離と第3レンズ群L3の焦点距離の比を規定している。条件式(16)の上限値を超えて第1レンズ群L1の正の屈折力が弱くなると、レンズ全長が増大してしまい、好ましくない。条件式(16)の下限値を超えて第1レンズ群L1の正の屈折力が強くなると、ズームレンズ全体の屈折力配置としては、小型化に有利な方向である。しかしながら、屈折力が強くなる分、レンズ枚数が増加してしまうため、結局レンズ全長が増大する方向となるため、好ましくない。

【0068】

条件式(17)は第2レンズ群L2の焦点距離と第3レンズ群L3の焦点距離の比を規定している。条件式(17)の上限値を超えて第3レンズ群L3の正の屈折力が弱くなると、レンズ全長が増大してしまい、好ましくない。条件式(17)の下限値を超えて第3レンズ群L3の正の屈折力が強くなると、ズームレンズ全体の屈折力配置としては、小型化に有利な方向である。しかしながら、屈折力が強くなる分、レンズ枚数が増加してしまうため、結局レンズ全長が増大する方向となるため、好ましくない。

【0069】

条件式(18)は広角端から望遠端へのズームにおける第1レンズ群L1の移動量と第2レンズ群L2の移動量の比を規定している。条件式(18)の上限値を超えて第2レンズ群L2の移動量が大きくなると、レンズ全長が増大してしまう。また、第2レンズ群L2の負の屈折力が弱くなる方向であり、フォーカス移動量が大きくなり、フォーカシングによる収差変動も大きくなるため、好ましくない。

【0070】

条件式(18)の下限値を超えて第2レンズ群L2の移動量が小さくなると、所定のズーム比を確保することが困難となる。また、高いズーム比を確保するためには第2レンズ群L2の負の屈折力を強くする必要があり、屈折力が強くなる分、レンズ枚数が増加してしまうため、結局レンズ全長が増大する方向となるため、好ましくない。

【0071】

条件式(19)は広角端から望遠端へのズームにおける第2レンズ群L2の移動量と第1レンズ群L1の焦点距離の比を規定している。条件式(19)の下限値を超えて、第2レンズ群L2の移動量が小さくなると、所定のズーム倍率を確保することが困難とな

10

20

30

40

50

る。また、高いズーム比を確保するためには第2レンズ群L2の負の屈折力を強くする必要があり、屈折力が強くなる分、レンズ枚数が増加してしまうため、結局レンズ全長が増大する方向となるため、好ましくない。

【0072】

条件式(19)の上限値を超えて第2レンズ群L2の移動量が大きくなると、レンズ全長が増大してしまう。また、第2レンズ群L2の負の屈折力が弱くなる方向であり、フォーカス移動量が大きくなり、フォーカシングによる収差変動も大きくなるため、好ましくない。

【0073】

条件式(20)は広角端から望遠端へのズームングにおける第1レンズ群L1の移動量と第1レンズ群L1の焦点距離の比を規定している。条件式(20)の上限値を超えて、第1レンズ群L1の移動量が小さくなると、所定のズーム比を確保するために、第1レンズ群L1の移動量が大きくなるため大型化する。あるいは第1レンズ群L1の正の屈折力が強くなり、屈折力が強くなる分、レンズ枚数が増加してしまうため、結局レンズ全長が増大する方向となるため、好ましくない。条件式(20)の下限値を超えて第1レンズ群L1の移動量が大きくなると、レンズ全長が増大してしまうため、好ましくない。

10

【0074】

条件式(21)は望遠端における第2レンズ群L2の横倍率を規定している。条件式(21)の上限値を超えて横倍率が小さくなると、第2レンズ群L2の光軸上の位置が第1レンズ群L1に近づくため、第2レンズ群L2と第3レンズ群L3の間隔に無駄なスペースができてしまい、全系が大型化するため、好ましくない。条件式(21)の下限値を超えて横倍率が大きくなると、広角端から望遠端へのズームングにかけてフォーカシングができないポジションが出てくるため、好ましくない。

20

【0075】

条件式(22)は第2レンズ群L2の最も像側に配置されるレンズのレンズ形状を規定している。条件式(22)はレンズが像側に凸面を向けたメニスカス形状であることを規定している。条件式(22)の上限値を超えてメニスカス形状の屈折力が弱まる形状となると像面湾曲が大きくアンダーになり、好ましくない。条件式(22)の下限値を超えてメニスカス形状から両凹形状に近づくと、第2レンズ群L2を射出する光束を最終レンズにて急激に屈折させることになり、球面収差、像面湾曲がオーバーになり好ましくない。

30

【0076】

条件式(23)は第2レンズ群L2の最も像側に配置されるレンズの屈折力を規定している。条件式(23)の上限値を超えて最も像側のレンズの負の屈折力が弱まると、像面湾曲が大きくアンダー傾向となり好ましくない。条件式(23)の下限値を超えて最も像側のレンズの負の屈折力が強まると、球面収差、像面湾曲がオーバーになり好ましくない。

【0077】

なお、各実施例において、好ましくは、条件式(4)乃至(23)の数値範囲を次の如くするのが良い。

- 0.02 < BKW / LRW < 0.35 . . . (4a)
- 10 N 20 . . . (5a)
- 0.02 < BKW / f1 < 0.30 . . . (6a)
- 0.56 < LLW / LRW < 0.90 . . . (7a)
- 3.00 < fLAW / fLRW < -0.30 . . . (8a)
- 500.00 < (AR1 AR2) / (AR1 + AR2) < -1.50 . . . (9a)
- 1.00 < fLAW / fLRfW < -0.35 . . . (10a)
- 1.00 < fLAW / fLReW < -0.35 . . . (11a)
- 0.70 < fLRfW / fLReW < 1.50 . . . (12a)
- 0.20 < fLRW / f1 < 0.70 . . . (13a)

40

50

- 2.00 < f L R W / f 2 < - 1.10 . . . ( 14 a )
- 5.00 < f 1 / f 2 < - 2.50 . . . ( 15 a )
- 1.40 < f 1 / f 3 < 3.00 . . . ( 16 a )
- 1.00 < f 2 / f 3 < - 0.40 . . . ( 17 a )
- 1.00 < M 1 / M 2 < - 0.10 . . . ( 18 a )
- 0.05 < M 2 / f 1 < 0.20 . . . ( 19 a )
- 0.300 < M 1 / f 1 < - 0.015 . . . ( 20 a )
- 0.98 < 2 T < - 0.70 . . . ( 21 a )
- 0.90 < ( R R 1 R R 2 ) / ( R R 1 + R R 2 ) < - 0.30 . . . ( 22 a )
- 2.00 < f R / f 2 < 4.00 . . . ( 23 a )

10

## 【 0078 】

また、さらに好ましくは条件式 ( 4 a ) 乃至 ( 23 a ) の数値範囲を次の如く設定するのが良い。

- 0.04 < B K W / L R W < 0.31 . . . ( 4 b )
- 11 N 16 . . . ( 5 b )
- 0.05 < B K W / f 1 < 0.28 . . . ( 6 b )
- 0.61 < L L W / L R W < 0.80 . . . ( 7 b )
- 1.10 < f L A W / f L R W < - 0.60 . . . ( 8 b )
- 20.00 < ( A R 1 A R 2 ) / ( A R 1 + A R 2 ) < - 3.00 . . . ( 9 b )
- 0.80 < f L A W / f L R f W < - 0.50 . . . ( 10 b )
- 0.70 < f L A W / f L R e W < - 0.45 . . . ( 11 b )
- 0.78 < f L R f W / f L R e W < 1.05 . . . ( 12 b )
- 0.35 < f L R W / f 1 < 0.55 . . . ( 13 b )
- 1.70 < f L R W / f 2 < - 1.20 . . . ( 14 b )
- 3.70 < f 1 / f 2 < - 3.20 . . . ( 15 b )
- 1.60 < f 1 / f 3 < 2.60 . . . ( 16 b )
- 0.80 < f 2 / f 3 < - 0.45 . . . ( 17 b )
- 0.75 < M 1 / M 2 < - 0.15 . . . ( 18 b )
- 0.090 < M 2 / f 1 < 0.150 . . . ( 19 b )
- 0.100 < M 1 / f 1 < - 0.020 . . . ( 20 b )
- 0.97 < 2 T < - 0.80 . . . ( 21 b )
- 0.80 < ( R R 1 R R 2 ) / ( R R 1 + R R 2 ) < - 0.35 . . . ( 22 b )
- 2.30 < f R / f 2 < 3.00 . . . ( 23 b )

20

30

## 【 0079 】

各実施例では以上のように各要素を構成することにより、大口径比でありながら、全系が小型で高性能のズームレンズを得ている。

## 【 0080 】

大口径比にてズーム全域にて高性能化を実現するためには、第1レンズ群L1には少なくとも3枚のレンズ構成とするのが良い。第1レンズ群L1のレンズ枚数を3枚よりも少なくすると、球面収差や軸外光線の収差の補正が困難となり、第1レンズ群L1の正の屈折力を強くすることが難しくなる。

40

## 【 0081 】

第1レンズ群L1の正の屈折力が緩くなると、これに伴い、第2レンズ群L2の負の屈折力が弱くなってしまいうため、第2レンズ群L2のフォーカス移動量が増える。フォーカシングによる移動量が増えると、フォーカシングによる収差変動を抑えることが困難になる。具体的には第1レンズ群L1は物体側から像側へ順に配置された、負レンズ、正レンズ、正レンズより構成することが好ましい。

## 【 0082 】

第2レンズ群L2は少なくとも5枚のレンズから構成するのが良い。第2レンズ群L2はフォーカシングを行うレンズ群となっており、フォーカスにおける収差変動を抑える必

50

要があるが、レンズ枚数が少ないと収差変動を抑えることが困難となる。具体的には、第2レンズ群L2は物体側から像側へ順に配置された、負レンズ、負レンズ、正レンズ、負レンズ、負レンズから構成するのが良い。

【0083】

第2レンズ群L2のレンズ配置としては、正レンズを中心置き、物体側と、像側に対称な屈折力配置、形状配置となっており、フォーカシングにて第2レンズ群L2が移動したときの光学性能の変動が少なくなるようにしている。また、第2レンズ群L2の最も像側の負レンズを像側に凸のメニスカス形状とすることで、中心光線束が最も広がる第3レンズ群L3に、第2レンズ群L2から中心光束を緩やかに曲げて射出することにより、球面収差を良好に補正している。

10

【0084】

第3レンズ群L3以降の後群LRに形成されるレンズ間隔のうち最大のレンズ間隔の物体側のレンズ面と像側のレンズ面より形成される空気レンズは、負の屈折力を持つことが好ましい。第3レンズ群L3以降の後群LRは全系の小型化と高性能化のために、各レンズの空気間隔が狭く、レンズ枚数を多く配置するレンズ構成となっている。

【0085】

この中で像面湾曲を良好に補正するためには、空気レンズに強い負の屈折力を付けることが好ましい。第3レンズ群L3以降の後群LRにおいて、最大のレンズ間隔よりも物体側のレンズよりなる前方系LRFの合計の屈折力は正の屈折力、像側のレンズよりなる後方系LRの合計の屈折力は正の屈折力である。

20

【0086】

後群LR全体として、正の屈折力の前方系LRF、負の屈折力の空気レンズ、正の屈折力の後方系LRの所謂トリプレットレンズの屈折力配置となっている。これにより後群LR全体として、球面収差、コマ収差、像面湾曲、色収差等を良好に補正している。

【0087】

次に各実施例のレンズ構成について説明する。実施例1のズームレンズは物体側より像側へ順に配置された次のレンズ群より構成されている。正の屈折力の第1レンズ群L1、負の屈折力の第2レンズ群L2、開口絞りSP、正の屈折力の第3レンズ群L3、負の屈折力の第4レンズ群L4、正の屈折力の第5レンズ群L5から構成されている。後群LRは第3レンズ群L3乃至第5レンズ群L5から構成されている。

30

【0088】

実施例1はズーム比1.6程度、広角端における全系の焦点距離が銀塩換算(以下同じ)で51.50mm程度の標準焦点距離域から、望遠端における全系の焦点距離82.52mmの中望遠焦点距離領域のズームレンズである。実施例1は、物体側から像側へ順に配置された、正の屈折力の第1レンズ群L1、負の屈折力の第2レンズ群L2を有したポジブリードのレンズ構成としている。

【0089】

広角端から望遠端へのズームングに際して、第1レンズ群L1は物体側へ移動し、第2レンズ群L2は像側へ移動し、開口絞りSPは他のレンズ群とは独立に(異なった軌跡で)像側へ移動する。第3レンズ群L3は像側へ移動し、第4レンズ群L4は(像側に凸の軌跡で)物体側へ移動し、第5レンズ群L5は物体側へ移動している。第1レンズ群L1が物体側へ移動し、第2レンズ群L2が像側へ移動することにより変倍効果を高めている。

40

【0090】

Fナンバーが全ズーム範囲で1.44と明るく、非常に被写界深度が浅いため、第3レンズ群L3以降の後群LRのレンズ群のレンズ枚数を多くしている。特に大口径比のガウスタイプを基準にしてレンズ枚数を増やした14枚のレンズ構成とし、最適な材料を選択することで、像面を良好に補正するとともに、球面収差やコマ収差、色収差等を良好に補正している。

【0091】

50

第3レンズ群L3以降のレンズ群同士及び各レンズ群内のレンズ同士の間隔を少なくしてレンズを配置することにより、諸収差を良好に補正しつつも、第3レンズ群L3以降のレンズ群厚の薄型化を実現している。第3レンズ群L3以降のレンズのレンズ間隔のうち最大の空気間隔より形成される空気レンズは負の焦点距離（屈折力）の空気レンズとなっている。各レンズで埋まった後群LRの中で、この負の焦点距離の空気レンズによりペツパール和を補正し、像面湾曲を良好にしている。

【0092】

また、クイックリターンミラーが配置される一眼レフカメラ（撮像装置）に用いる撮像光学系と比較して、クイックリターンミラーが配置される撮像素子近傍にレンズを配置する短いバックフォーカスの構成にしている。これにより、レンズ枚数の増加による諸収差の補正を良好に行っている。

10

【0093】

全ズーム範囲に対して浅い被写界深度に対応するために、第3レンズ群L3以降の後群LRはズームングに際して各々が別軌跡で第2レンズ群L2と比較して微量に移動することによりズームングにおける諸収差の変動を補正している。

【0094】

第3レンズ群L3以降の後群LRは小型化と大口径比化における諸収差を補正するために、レンズ間隔が小さくレンズで埋め尽くすような構成としている。更に、大口径比化に対応すべくレンズ外径が大きく重くなる。このため、第3レンズ群L3以降のレンズでフォーカシングを行うことは難しく、レンズ系の中でも有効径が小さく前後の空気間隔を確保するのが容易となる第2レンズ群L2にてフォーカシングをする構成としている。

20

【0095】

以上のように、本実施例は、正の屈折力の第1レンズ群L1、負の屈折力の第2レンズ群L2、負の屈折力の第2レンズ群L2の像側にレンズ枚数の多い大口径ガウスタイプのレンズ構成を基準とした後群LRを配置している。そして全系の小型化を実現するために後群LR内の空気間隔を極力小さくしつつ、撮像素子近傍にもレンズを配置した短いバックフォーカスの構成としている。そしてレンズ全長を短縮したズームングを実現するため、レンズ全長に対する第3レンズ群L3以降の後群LRのレンズ群の厚み比率を適切に設定している。

【0096】

実施例2のズームレンズにおいて、レンズ群の数、各レンズ群の屈折力の符号は実施例1と同じである。実施例2はズーム比1.6程度、広角端における全系の焦点距離が51.50mm程度の標準焦点距離域から、望遠端における全系の焦点距離82.52mmの中望遠焦点距離領域のズームレンズである。

30

【0097】

広角端から望遠端へのズームングに際して、第1レンズ群L1は物体側へ移動し、第2レンズ群L2は像側へ移動し、開口絞りSPは像側へ移動する。第3レンズ群L3は像側へ移動し、第4レンズ群L4は像側に凸状の軌跡で物体側へ移動し、第5レンズ群L5は物体側へ移動している。第1レンズ群L1が物体側へ移動し、第2レンズ群L2が像側へ移動することにより変倍効果を高めている。

40

【0098】

Fナンバーが全ズーム範囲で1.44と明るく、非常に被写界深度が浅いため、第3レンズ群L3以降の後群LRのレンズ群のレンズ枚数を多くしている。特に大口径比のガウスタイプを基準にしてレンズ枚数を増やした16枚構成とし、更に最適な材料を選択することで、像面を良好に補正するとともに、球面収差やコマ収差、色収差等を良好に補正している。

【0099】

第3レンズ群L3以降の後群LRのレンズ構成及び効果等は実施例1と同じである。フォーカシングに関する構成も実施例1と同じである。

【0100】

50

実施例3のズームレンズにおいて、レンズ群の数、各レンズ群の屈折力の符号は実施例1と同じである。実施例3はズーム比1.6程度、広角端における全系の焦点距離が51.50mm程度の標準焦点距離域から、望遠端における全系の焦点距離82.52mmの中望遠焦点距離領域のズームレンズである。

【0101】

広角端から望遠端へのズーミングに際して、第1レンズ群L1は物体側へ移動し、第2レンズ群L2は像側へ移動し、開口絞りSPは独立に像側へ移動する。第3レンズ群L3は像側へ移動し、第4レンズ群L4は物体側へ移動し、第5レンズ群L5は物体側へ移動している。第1レンズ群L1が物体側へ移動し、第2レンズ群L2が像側へ移動することにより変倍効果を高めている。

10

【0102】

Fナンバーが全ズーム範囲1.24と明るく、非常に被写界深度が浅いため、第3レンズ群L3以降の後群LRのレンズ群のレンズ枚数を多くしている。特に、大口径比のガウスタイプを基準にしてレンズ枚数を増やした14枚構成とし、更に最適な材料を選択することで、像面を良好に補正するとともに、球面収差やコマ収差、色収差等を良好に補正している。第3レンズ群L3以降の後群LRのレンズ構成及び効果等は実施例1と同じである。フォーカシングに関する構成も実施例1と同じである。

【0103】

実施例4のズームレンズにおいてレンズ群の数、各レンズ群の屈折力の符号は実施例1と同じである。実施例4はズーム比1.6程度、広角端における全系の焦点距離51.50mm程度の標準焦点距離域から、望遠端における全系の焦点距離82.52mmの中望遠焦点距離領域のズームレンズである。

20

【0104】

広角端から望遠端へのズーミングに際して、第1レンズ群L1は物体側へ移動し、第2レンズ群L2は像側へ移動し、開口絞りSPは独立に像側へ移動する。第3レンズ群L3は像側へ移動し、第4レンズ群L4は像側へ凸状の軌跡で移動し、第5レンズ群L5は像側へ凸状の軌跡で移動している。第1レンズ群L1が物体側へ移動し、第2レンズ群L2が像側へ移動することにより変倍効果を高めている。

【0105】

Fナンバーが全ズーム範囲で1.85と明るく、非常に被写界深度が浅いため、第3レンズ群L3以降の後群LRのレンズ群のレンズ枚数を多く配置している。更に大口径比のガウスタイプを基準にしてレンズ枚数を増やした13枚構成とし、更に最適な材料を選択することで、像面を良好に補正するとともに、球面収差やコマ収差、色収差等を良好に補正している。第3レンズ群L3以降の後群LRのレンズ構成及び効果等は実施例1と同じである。フォーカシングに関する構成も実施例1と同じである。

30

【0106】

実施例5のズームレンズは物体側より像側へ順に配置された、次のレンズ群より構成されている。正の屈折力の第1レンズ群L1、負の屈折力の第2レンズ群L2、開口絞りSP、正の屈折力の第3レンズ群L3から構成されている。後群LRは第3レンズ群L3より構成されている。

40

【0107】

実施例5はズーム比1.6程度、広角端における全系の焦点距離が51.50mmの標準焦点距離域から、望遠端における全系の焦点距離82.52の中望遠焦点距離領域のズームレンズである。実施例5は、物体側から像側へ順に配置された、正の屈折力の第1レンズ群L1、負の屈折力の第2レンズ群L2を有したポジティブリードのレンズ構成としている。

【0108】

広角端から望遠端へのズーミングに際して、第1レンズ群L1は物体側へ移動し、第2レンズ群L2は像側へ移動し、開口絞りSPは独立に像側へ移動し、第3レンズ群L3は物体側へ移動している。第1レンズ群L1が物体側へ移動し、第2レンズ群L2が像側へ

50

移動することにより変倍効果を高めている。

【0109】

Fナンバーが全ズーム範囲で1.85と明るく、非常に深度が浅いため、第3レンズ群L3にレンズ枚数を多く配置し、大口径ガウスタイプを基準にしてレンズ枚数を増やした11枚構成としている。最適な硝材を選択することで、像面を良好に補正するとともに、球面収差やコマ収差、色収差を良好に補正している。

【0110】

第3レンズ群L3のレンズ同士の間隔を少なくしてレンズを配置することにより、諸収差を良好に補正しつつも、第3レンズ群L3のレンズ群厚の薄型化を実現している。第3レンズ群L3中のレンズ間隔のうち最大の空気間隔より形成される空気レンズは負の焦点距離の空気レンズとなっており、各レンズで埋まった後群LRの中で、この負の焦点距離によりベッツバル和を補正し、像面湾曲を良好にしている。

10

【0111】

また、クイックリターンミラーが配置される一眼レフカメラ（撮像装置）に用いる撮像光学系と比較して、クイックリターンミラーが配置される撮像素子近傍にレンズを配置する短いバックフォーカスの構成にしている。これにより、レンズ枚数の増加による諸収差の補正を良好に行っている。

【0112】

後群LR内のレンズ間隔のうち最も広いレンズ間隔（最大空気間隔）を境に物体側に配置されるレンズよりなる前方系LRFの焦点距離と像側に配置されるレンズよりなる後方系LRRは正の屈折力である。即ち、後群LRの屈折力配置は物体側より像側へ順に正の屈折力の前方系LRF、最大空気間隔を形成する負の屈折力の空気レンズ、正の屈折力の後方系LRRよりなる所謂トリプレットレンズタイプになっている。これによって球面収差、像面湾曲を良好に補正している。

20

【0113】

レンズ断面図に示す実線Faは第2レンズ群L2の無限遠でのズーム軌跡を示しており、点線Fbは至近でのズーム軌跡を示している。無限遠から至近へのフォーカシングに際して、第2レンズ群L2を矢印Fcのように物体側へ移動させている。

【0114】

第3レンズ群L3は全系の小型化と大口径比における諸収差を補正するために、レンズ間隔が小さくレンズで埋め尽くすような構成としている。更に大口径比化に対応すべくレンズ外径が大きくなる。このため、第3レンズ群L3以降のレンズでフォーカシングを行うことは難しく、レンズ系の中でも有効径が小さく前後の空気間隔を確保するのが容易となる第2レンズ群L2にてフォーカシングをする構成としている。

30

【0115】

以上のように、本実施例は、正の屈折力の第1レンズ群L1、負の屈折力の第2レンズ群L2、負の屈折力の第2レンズ群L2の像側にレンズ枚数の多い大口径ガウスタイプのレンズ構成を基準とした第3レンズ群L3を配置している。そして全系の小型化を実現するために第3レンズ群L3内の空気間隔を極力小さくしつつ、撮像素子近傍にもレンズを配置した短いバックフォーカスの構成としている。そしてレンズ全長を短縮したズームングを実現するため、レンズ全長に対する第3レンズ群L3の厚み比率を適切に設定している。

40

【0116】

実施例6のズームレンズは物体側より像側へ順に配置された、次のレンズ群より構成されている。正の屈折力の第1レンズ群L1、負の屈折力の第2レンズ群L2、開口絞りSP、正の屈折力の第3レンズ群L3、正の屈折力の第4レンズ群L4から構成されている。

【0117】

実施例6はズーム比1.6程度、広角端における全系の焦点距離が51.50mm程度の標準焦点距離域から、望遠端における全系の焦点距離82.52の中望遠焦点距離領域

50

のズームレンズである。実施例 6 は、物体側から像側へ順に配置された、正の屈折力の第 1 レンズ群 L 1、負の屈折力の第 2 レンズ群 L 2 を有したポジティブリードのレンズ構成としている。

【 0 1 1 8 】

広角端から望遠端へのズームングに際して、第 1 レンズ群 L 1 は物体側へ移動し、第 2 レンズ群 L 2 は像側へ移動し、開口絞り S P は独立に像側へ移動し、第 3 レンズ群 L 3 は像側へ移動し、第 4 レンズ群 L 4 は像側へ移動している。第 1 レンズ群 L 1 が物体側へ移動し、第 2 レンズ群 L 2 が像側へ移動することにより変倍効果を高めている。

【 0 1 1 9 】

F ナンバーが全ズーム範囲で 1 . 6 5 と明るく、非常に被写界深度が浅いため、第 3 レンズ群 L 3 以降の後群 L R のレンズ群のレンズ枚数を多く配置している。特に大口径比のガウスタイプを基準にしてレンズ枚数を増やした 1 2 枚のレンズ構成とし、更に最適な材料を選択することで、像面を良好に補正するとともに、球面収差やコマ収差、色収差等を良好に補正している。

【 0 1 2 0 】

第 3 レンズ群 L 3 以降のレンズ群同士、及び各レンズ群内のレンズ同士の間隔を少なくしてレンズを配置することにより、諸収差を良好に補正しつつも、第 3 レンズ群 L 3 以降のレンズ群厚の薄型化を実現している。第 3 レンズ群 L 3 以降のレンズ間隔のうち最大の空気間隔より形成される空気レンズは負の焦点距離を持つ空気レンズとなっている。各レンズで埋まった後群 L R の中で、この負の焦点距離の空気レンズによりペッツバル和を補正し、像面湾曲を良好にしている。

【 0 1 2 1 】

また、クイックリターンミラーが配置される一眼レフカメラ（撮像装置）に用いる撮像光学系と比較して、クイックリターンミラーが配置される撮像素子近傍にレンズを配置する短いバックフォーカスの構成にしている。これにより、レンズ枚数の増加による諸収差の補正を行っている。

【 0 1 2 2 】

後群 L R 内のレンズ間隔のうち最も広いレンズ間隔（最大空気間隔）を境に物体側に配置されるレンズよりなる前方系 L R F の焦点距離と像側に配置されるレンズよりなる後方系 L R R は正の屈折力である。即ち、後群 L R の屈折力配置は物体側より像側へ順に正の屈折力の前方系 L R F、最大空気間隔を形成する負の屈折力の空気レンズ、正の屈折力の後方系 L R R よりなる所謂トリプレットレンズタイプになっている。これによって球面収差、像面湾曲を良好に補正している。

【 0 1 2 3 】

全ズーム範囲に対して浅い被写界深度に対応するために、第 3 レンズ群 L 3 以降の後群 L R はズームングに際して別軌跡で第 2 レンズ群 L 2 と比較して微少量に移動することによりズームングにおける諸収差の変動を補正している。

【 0 1 2 4 】

レンズ断面図に示す実線 F a は第 2 レンズ群 L 2 の無限遠でのズーム軌跡を示しており、点線 F b は至近でのズーム軌跡を示している。無限遠から至近へのフォーカシングに際して、第 2 レンズ群 L 2 を矢印 F c のように物体側へ移動させている。

【 0 1 2 5 】

第 3 レンズ群 L 3 以降の後群 L R は小型化と大口径比化における諸収差を補正するために、レンズ間隔が小さくレンズで埋め尽くすような構成としている。更に、大口径比化に対応すべくレンズ外径が大きく重くなる。このため、第 3 レンズ群 L 3 以降のレンズでフォーカシングを行うことは難しく、レンズ系の中でも有効径が小さく前後の空気間隔を確保するのが容易となる第 2 レンズ群 L 2 にてフォーカシングをする構成としている。

【 0 1 2 6 】

以上のように、本実施例は、正の屈折力の第 1 レンズ群 L 1、負の屈折力の第 2 レンズ群 L 2、負の屈折力の第 2 レンズ群 L 2 の像側にレンズ枚数の多い大口径ガウスタイプの

10

20

30

40

50

レンズ構成を基準とした後群LRを配置している。そして全系の小型化を実現するために後群LR内の空気間隔を極力小さくしつつ、撮像素子近傍にもレンズを配置した短いバックフォーカスの構成としている。そしてレンズ全長を短縮したズームを実現するため、レンズ全長に対する第3レンズ群L3以降の後群LRのレンズ群の厚み比率を適切に設定している。

**【0127】**

実施例7のズームレンズにおいてレンズ群の数、各レンズ群の屈折力の符号は実施例1と同じである。実施例7はズーム比1.6程度、広角端における全系の焦点距離が51.50mm程度の標準焦点距離域から、望遠端における全系の焦点距離82.50mmの中望遠焦点距離領域のズームレンズである。

10

**【0128】**

広角端から望遠端へのズームングに際して、第1レンズ群L1は物体側へ移動し、第2レンズ群L2は像側へ移動し、開口絞りSPは独立に像側へ移動する。第3レンズ群L3は像側へ移動し、第4レンズ群L4は物体側へ移動し、第5レンズ群L5は物体側へ移動している。第1レンズ群L1が物体側へ移動し、第2レンズ群L2が像側へ移動することにより変倍効果を高めている。

**【0129】**

Fナンバーが全ズーム範囲で1.24と明るく、非常に被写界深度が浅いため、第3レンズ群L3以降の後群LRのレンズ群のレンズ枚数を多くしている。特に大口径比のガウスタイプを基準にしてレンズ枚数を増やした16枚構成とし、更に最適な材料を選択することで、像面を良好に補正するとともに、球面収差やコマ収差、色収差等を良好に補正している。第3レンズ群L3以降の後群LRのレンズ構成及び効果等は実施例1と同じである。フォーカシングに関する構成も実施例1と同じである。

20

**【0130】**

実施例8のズームレンズにおいてレンズ群の数、各レンズ群の屈折力の符号は実施例1と同じである。実施例8はズーム比1.6程度、広角端における全系の焦点距離が51.50mm程度の標準焦点距離域から、望遠端における全系の焦点距離82.52mmの中望遠焦点距離領域のズームレンズである。

**【0131】**

広角端から望遠端へのズームングに際して、第1レンズ群L1は物体側へ移動し、凸状の軌跡で第2レンズ群L2は像側へ移動し、開口絞りSPは独立に像側へ移動する。第3レンズ群L3は像側へ移動し、第4レンズ群L4は物体側へ移動し、第5レンズ群L5は物体側へ移動している。第1レンズ群L1が物体側へ移動し、第2レンズ群L2が像側へ移動することにより変倍効果を高めている。

30

**【0132】**

Fナンバーが全ズーム範囲で1.13と明るく、非常に被写界深度が浅いため、第3レンズ群L3以降の後群LRのレンズ群LRにレンズ枚数を多くしている。特に大口径比のガウスタイプを基準にしてレンズ枚数を増やした16枚構成とし、更に最適な材料を選択することで、像面を良好に補正するとともに、球面収差やコマ収差、色収差等を良好に補正している。第3レンズ群L3以降の後群LRのレンズ構成及び効果等は実施例1と同じである。フォーカシングに関する構成も実施例1と同じである。

40

**【0133】**

次に本発明のズームレンズを撮像光学系として用いたデジタルカメラ(撮像装置)の実施例を図17を用いて説明する。図17において、20はデジタルカメラ本体、21は上述の実施例のズームレンズによって構成された撮像光学系、22は撮像光学系21によって被写体像を受光するCCD等の撮像素子である。23は撮像素子22が受光した被写体像を記録する記録手段、24は不図示の表示素子に表示された被写体像を観察するためのファインダーである。

**【0134】**

上記表示素子は液晶パネル等によって構成され、撮像素子22上に形成された被写体像

50

が表示される。24は前記ファインダーと同等の機能を有する液晶表示パネルである。このように本発明のズームレンズをデジタルカメラ等の撮像装置に適用することにより、小型で高い光学性能を有する撮像装置を実現している。

【0135】

各実施例のズームレンズは、交換レンズ、ビデオカメラやデジタルスチルカメラ、放送用カメラ、監視カメラ等の撮像装置の撮像光学系として用いられる。

【0136】

以上、本発明の好ましい実施形態について説明したが、本発明はこれらの実施形態に限定されず、その要旨の範囲内で種々の変形及び変更が可能である。

【0137】

次に、実施例1乃至8に対応する数値データ1乃至8を示す。数値データにおいて、 $i$ は物体側から数えた面の順序を示す。 $r_i$ はレンズ面の曲率半径、 $d_i$ は第 $i$ 面と第 $i+1$ 面との間のレンズ肉厚および空気間隔、 $nd_i$ 、 $d_i$ はそれぞれ $d$ 線に対する第 $i$ 番目のレンズの材料の屈折率、アッペ数を示す。

【0138】

また非球面形状は $R$ を近軸曲率半径、 $k$ を離心率、 $A_4$ 、 $A_6$ 、 $A_8$ を非球面係数、光軸からの高さ $h$ の位置での光軸方向の変位を面頂点を基準にして $x$ とすると、

$$x = (h^2 / R) / [1 + [1 - (1 + k)(h/R)^2]^{1/2}] + A_4 h^4 + A_6 h^6 + A_8 h^8$$

で表示される。「 $e^{-x}$ 」は「 $10^{-x}$ 」を意味する。

【0139】

各実施例において、バックフォーカス(BF)はレンズ最終面から近軸像面までの空気換算での距離である。レンズ全長は最も物体側のレンズ面から最終レンズ面までの距離にバックフォーカスを加えた値である。また、各実施例における上述した各条件式の値とその関するパラメータとの対応を表1に示す。

【0140】

[数値データ1]

単位 mm

面データ

面番号	r	d	nd	d
1	163.440	2.40	1.95906	17.5
2	90.597	7.40	1.77250	49.6
3	408.158	0.00		
4	76.201	7.20	1.81600	46.6
5	265.380	(可変)		
6	77.176	1.50	1.77250	49.6
7	27.938	8.98		
8*	-102.266	1.50	1.76802	49.2
9	81.421	0.79		
10	57.432	6.00	2.00069	25.5
11	-208.040	1.50	1.53775	74.7
12	231.249	6.95		
13*	-39.288	1.50	1.69680	55.5
14	-156.054	(可変)		
15(絞り)		(可変)		
16*	73.223	4.60	1.55332	71.7
17	780.306	1.37		
18	71.409	5.55	1.59282	68.6
19	661.624	1.37		

10

20

30

40

50

20	65.543	5.40	1.77250	49.6	
21	272.708	1.37			
22	48.085	1.50	1.68893	31.1	
23	25.575	5.45	1.49700	81.6	
24	34.391	(可変)			
25	-49.560	7.80	1.58913	61.1	
26	-25.533	1.70	1.59551	39.2	
27	-188.746	(可変)			
28*	57.717	7.10	1.59201	67.0	
29	-214.972	0.55			10
30	54.747	7.10	1.59282	68.6	
31	-214.972	0.55			
32	84.487	5.00	1.59282	68.6	
33	-209.144	2.00	1.68893	31.1	
34	54.247	6.65			
35	-91.295	1.50	1.51633	64.1	
36	37.833	6.10	1.83441	37.3	
37*	-3954.375	6.58			
38	-54.803	1.50	1.49700	81.6	
39	-78.387	(可変)			20
40		1.00	1.51633	64.1	
41		0.50			
像面					

## 【 0 1 4 1 】

## 非球面データ

## 第8面

K = 0.00000e+000 A 4= 9.21915e-007 A 6= 9.32780e-010 A 8=-8.04793e-013

## 第13面

K = 0.00000e+000 A 4=-3.32346e-007 A 6= 1.96818e-010 A 8= 1.46577e-012

## 第16面

K = 0.00000e+000 A 4=-1.34969e-006 A 6= 1.18804e-011

## 第28面

K = 0.00000e+000 A 4=-8.56213e-007 A 6= 5.21869e-010 A 8=-3.56416e-013

## 第37面

K = 0.00000e+000 A 4= 5.54560e-006 A 6= 7.17392e-010

## 各種データ

ズーム比 1.60

	広角	中間	望遠
焦点距離	51.50	64.32	82.52
Fナンバー	1.44	1.44	1.44
半画角(度)	22.79	18.59	14.69
レンズ全長	184.33	189.76	191.68
BF	25.27	25.92	26.54

d 5	4.55	14.32	24.22
d14	8.27	6.20	0.48
d15	3.19	1.31	1.00
d24	14.57	15.20	11.83
d27	2.02	0.36	1.14
d39	24.11	24.76	25.38

## レンズ群データ

群 始面 焦点距離

1	1	104.35
2	6	-29.07
3	16	54.30
4	25	-114.00
5	28	44.18

10

【 0 1 4 2 】

[ 数値データ 2 ]

単位 mm

## 面データ

面番号	r	d	nd	d
1	136.550	2.40	1.95906	17.5
2	82.420	8.40	1.77250	49.6
3	435.501	0.00		
4	77.739	7.00	1.77250	49.6
5	273.326	(可変)		
6	84.248	1.50	1.77250	49.6
7	28.142	8.94		
8*	-90.669	1.50	1.76802	49.2
9	87.233	0.86		
10	58.479	6.25	2.00069	25.5
11	-186.220	1.50	1.49700	81.5
12	215.401	6.61		
13*	-40.818	1.50	1.69680	55.5
14	-159.734	(可変)		
15(絞リ)		(可変)		
16*	74.016	4.80	1.55332	71.7
17	13775.291	1.61		
18	73.418	4.20	1.59282	68.6
19	235.646	1.61		
20	61.509	5.70	1.77250	49.6
21	373.230	1.61		
22	47.649	1.50	1.68893	31.1
23	24.782	5.40	1.49700	81.5
24	33.654	(可変)		
25	-48.733	7.55	1.58913	61.1
26	-24.782	1.70	1.59551	39.2
27	-196.977	(可変)		
28*	57.717	7.10	1.59201	67.0
29	-218.911	0.55		

20

30

40

50

30	58.328	7.10	1.59201	67.0
31	-218.911	0.55		
32	69.416	5.50	1.59201	67.0
33	-319.378	2.00	1.66680	33.0
34	52.070	7.49		
35	-102.282	1.50	1.52249	59.8
36	36.308	6.10	1.83400	37.2
37*	552.137	8.80		
38	-49.994	1.50	1.66680	33.0
39	-208.166	0.97		
40	78.693	8.30	1.60562	43.7
41	-63.066	1.50	1.51633	64.1
42	277.396	(可変)		
43		1.00	1.51633	64.1
44		0.50		

像面

## 【 0 1 4 3 】

非球面データ

第8面

K = 0.00000e+000 A 4= 8.81861e-007 A 6= 8.45247e-010 A 8=-3.70489e-013

第13面

K = 0.00000e+000 A 4=-4.84529e-007 A 6= 1.33865e-010 A 8= 9.54661e-013

第16面

K = 0.00000e+000 A 4=-1.30323e-006 A 6=-7.81336e-012

第28面

K = 0.00000e+000 A 4=-8.22066e-007 A 6= 3.77698e-010 A 8=-2.78172e-013

第37面

K = 0.00000e+000 A 4= 5.15475e-006 A 6= 6.40324e-010

各種データ

ズーム比 1.60

	広角	中間	望遠
焦点距離	51.50	64.25	82.52
Fナンバー	1.44	1.44	1.44
半画角(度)	22.79	18.61	14.69
レンズ全長	187.84	192.11	192.52
BF	12.38	12.49	13.61
d 5	5.20	14.54	22.75
d14	8.27	5.75	0.49
d15	4.18	2.61	1.00
d24	14.59	14.74	12.47
d27	2.08	0.84	1.05
d42	11.22	11.33	12.45

10

20

30

40

50

## レンズ群データ

群	始面	焦点距離
1	1	99.10
2	6	-28.94
3	16	54.47
4	25	-109.60
5	28	43.38

【 0 1 4 4 】

[ 数値データ 3 ]

単位 mm

10

## 面データ

面番号	r	d	nd	d
1	186.962	2.40	1.95906	17.5
2	99.362	8.60	1.77250	49.6
3	729.699	0.00		
4	80.468	7.70	1.81600	46.6
5	273.022	(可変)		
6	97.947	1.50	1.77250	49.6
7	31.694	10.79		
8*	-107.893	1.50	1.76802	49.2
9	77.396	0.39		
10	62.380	7.20	2.00069	25.5
11	-216.953	1.50	1.53775	74.7
12	-1156.680	7.15		
13*	-42.716	1.50	1.69680	55.5
14	-212.080	(可変)		
15(絞リ)		(可変)		
16*	77.626	3.95	1.55332	71.7
17	215.852	0.51		
18	77.847	6.30	1.59282	68.6
19	536.408	0.51		
20	63.948	6.95	1.77250	49.6
21	263.635	0.51		
22	54.243	1.50	1.68893	31.1
23	28.924	6.39	1.49700	81.6
24	38.262	(可変)		
25	-49.084	8.70	1.58913	61.1
26	-28.891	1.70	1.59551	39.2
27	-152.588	(可変)		
28*	57.717	9.75	1.59201	67.0
29	-230.931	0.50		
30	53.547	9.75	1.59282	68.6
31	-230.931	0.50		
32	87.266	7.10	1.59282	68.6
33	-119.420	2.00	1.68893	31.1
34	65.920	5.99		
35	-189.489	1.50	1.51633	64.1
36	42.538	4.40	1.83441	37.3

20

30

40

50

37\*        221.096    5.07  
 38        -84.150    1.50    1.49700    81.6  
 39        -278.097   (可変)  
 40                    1.00    1.51633    64.1  
 41                    0.50

像面

【 0 1 4 5 】

非球面データ

第8面

10

K = 0.00000e+000    A 4= 9.66616e-007    A 6= 6.29524e-010    A 8=-3.81156e-014

第13面

K = 0.00000e+000    A 4=-3.01704e-007    A 6=-1.56616e-011    A 8= 7.34040e-013

第16面

K = 0.00000e+000    A 4=-1.09088e-006    A 6= 1.65206e-011

第28面

K = 0.00000e+000    A 4=-9.95975e-007    A 6= 1.83945e-010    A 8=-2.36210e-013

20

第37面

K = 0.00000e+000    A 4= 5.60872e-006    A 6= 1.67454e-009

各種データ

ズーム比            1.60

	広角	中間	望遠
焦点距離	51.50	64.01	82.52
Fナンバー	1.24	1.24	1.24
半画角(度)	22.79	18.67	14.69
レンズ全長	201.66	204.48	204.68
BF	22.89	23.95	25.47

30

d 5	6.28	15.21	23.73
d14	9.71	6.14	0.35
d15	5.54	3.57	1.35
d24	19.16	18.27	16.14
d27	2.75	2.01	2.32
d39	21.73	22.79	24.31

40

レンズ群データ

群 始面    焦点距離

1	1	106.65
2	6	-31.54
3	16	62.72
4	25	-124.57
5	28	43.68

【 0 1 4 6 】

[ 数値データ 4 ]

50

単位 mm

面データ

面番号	r	d	nd	d	
1	111.453	2.40	1.95906	17.5	
2	70.161	6.40	1.77250	49.6	
3	206.857	0.00			
4	71.288	6.31	1.77250	49.6	
5	287.404	(可変)			
6	59.612	1.50	1.72916	54.7	10
7	24.398	8.57			
8*	-81.842	1.50	1.76802	49.2	
9	89.992	0.48			
10	48.337	4.10	2.00069	25.5	
11	-316.260	1.50	1.49700	81.6	
12	95.575	5.43			
13*	-35.973	1.50	1.69350	53.2	
14	-118.318	(可変)			
15(絞リ)		(可変)			
16*	67.194	3.70	1.55332	71.7	20
17	-429.904	0.98			
18	45.484	5.35	1.59282	68.6	
19	-610.591	0.98			
20	36.144	1.90	1.68893	31.1	
21	30.168	1.10			
22	36.403	1.85	1.68893	31.1	
23	20.264	4.90	1.53775	74.7	
24	36.132	(可変)			
25	-48.791	3.05	1.51633	64.1	
26	-27.699	1.90	1.51742	52.4	30
27	-284.366	(可変)			
28*	57.717	5.55	1.59201	67.0	
29	-143.001	0.50			
30	66.073	5.55	1.59282	68.6	
31	-143.001	0.50			
32	62.438	5.00	1.59282	68.6	
33	-233.661	2.00	1.67270	32.1	
34	55.581	10.63			
35	-34.210	1.50	1.51823	58.9	
36	44.643	6.20	1.83481	42.7	40
37*	-180.811	(可変)			
38		1.00	1.51633	64.1	
39		0.50			

像面

【 0 1 4 7 】

非球面データ

第8面

K = 0.00000e+000 A 4= 1.50075e-006 A 6= 2.39460e-009 A 8= 2.61791e-013

## 第13面

K = 0.00000e+000 A 4=-1.50233e-006 A 6=-6.46557e-010 A 8= 1.62915e-012

## 第16面

K = 0.00000e+000 A 4=-2.14142e-006 A 6=-2.30048e-010

## 第28面

K = 0.00000e+000 A 4=-8.96894e-007 A 6= 9.38652e-010 A 8= 3.91074e-013

## 第37面

K = 0.00000e+000 A 4= 5.54143e-006 A 6=-1.99348e-009

10

## 各種データ

ズーム比	1.60		
	広角	中間	望遠
焦点距離	51.50	64.00	82.52
Fナンバー	1.85	1.85	1.85
半画角(度)	22.79	18.68	14.69
レンズ全長	157.90	163.35	164.70
BF	23.10	21.18	23.15
d 5	4.87	16.41	22.43
d14	8.66	3.86	0.46
d15	2.58	4.66	1.00
d24	12.03	10.90	12.87
d27	3.82	3.52	1.95
d37	21.94	20.02	21.99

20

## レンズ群データ

群	始面	焦点距離
1	1	96.44
2	6	-28.28
3	16	49.25
4	25	-114.41
5	28	42.20

30

【 0 1 4 8 】

[ 数値データ 5 ]

単位 mm

40

## 面データ

面番号	r	d	nd	d
1	109.742	2.40	1.95906	17.5
2	72.286	6.60	1.77250	49.6
3	189.779	0.00		
4	80.888	6.40	1.77250	49.6
5	342.197	(可変)		
6	51.829	1.50	1.72916	54.7
7	25.580	9.62		
8*	-110.523	1.50	1.76802	49.2

50

9	72.232	1.17		
10	47.243	3.70	2.00069	25.5
11	1558.249	1.50	1.49700	81.6
12	74.344	5.62		
13*	-34.850	1.50	1.69350	53.2
14	-79.654	(可変)		
15(絞リ)		(可変)		
16*	64.719	3.40	1.69680	55.5
17	7423.582	4.73		
18	48.725	4.50	1.61800	63.3
19	697.029	1.48		
20	44.737	1.50	1.76182	26.5
21	24.312	3.70	1.49700	81.5
22	36.910	18.62		
23	-62.035	1.50	1.52249	59.8
24	-164.311	2.14		
25*	57.717	5.40	1.59201	67.0
26	-152.932	0.66		
27	61.919	5.40	1.59282	68.6
28	-152.932	0.66		
29	65.400	5.10	1.59282	68.6
30	-137.104	2.00	1.67270	32.1
31	47.283	8.84		
32	-30.948	2.00	1.51823	58.9
33	42.005	6.20	1.83481	42.7
34*	-190.478	(可変)		
35		1.00	1.51633	64.1
36		0.50		

像面

10

20

30

【 0 1 4 9 】

非球面データ

第8面

$K = 0.00000e+000 \quad A_4 = 1.02075e-006 \quad A_6 = 2.07042e-009 \quad A_8 = 1.80371e-012$

第13面

$K = 0.00000e+000 \quad A_4 = -5.54660e-007 \quad A_6 = -2.77354e-009 \quad A_8 = 2.55059e-012$

第16面

$K = 0.00000e+000 \quad A_4 = -1.83027e-006 \quad A_6 = -1.61472e-010$

40

第25面

$K = 0.00000e+000 \quad A_4 = 9.30273e-008 \quad A_6 = 8.05610e-010 \quad A_8 = 2.45592e-013$

第34面

$K = 0.00000e+000 \quad A_4 = 5.54308e-006 \quad A_6 = -1.85015e-009$

各種データ

ズーム比 1.60

広角 中間 望遠

50

焦点距離	51.50	64.00	82.52
Fナンバー	1.85	1.85	1.85
半画角(度)	22.79	18.68	14.69
レンズ全長	162.20	166.10	169.69
BF	23.12	24.59	23.92

d 5	6.01	14.29	24.73
d14	10.35	6.65	0.49
d15	3.36	1.20	1.19
d34	21.96	23.43	22.76

10

## レンズ群データ

群	始面	焦点距離
1	1	106.46
2	6	-31.50
3	16	41.81

【 0 1 5 0 】

[ 数値データ 6 ]

単位 mm

20

## 面データ

面番号	r	d	nd	d
1	118.465	2.40	1.95906	17.5
2	73.653	7.65	1.77250	49.6
3	281.366	0.00		
4	72.988	6.60	1.77250	49.6
5	257.435	(可変)		
6	61.187	1.50	1.72916	54.7
7	23.734	8.44		
8*	-68.598	1.50	1.76802	49.2
9	78.225	0.48		
10	51.565	4.60	2.00069	25.5
11	-283.617	1.50	1.49700	81.6
12	619.313	4.69		
13*	-37.316	1.50	1.69350	53.2
14	-129.702	(可変)		
15(絞リ)		(可変)		
16*	70.076	3.80	1.55332	71.7
17	4554.489	2.87		
18	50.045	7.00	1.59282	68.6
19	-295.220	2.87		
20	36.906	1.90	1.73800	32.3
21	22.273	5.70	1.49700	81.5
22	34.688	(可変)		
23	-48.555	7.10	1.51633	64.1
24	-22.273	1.90	1.51742	52.1
25	-96.860	2.00		
26*	57.717	5.40	1.59201	67.0
27	-183.032	1.50		

30

40

50

28	63.373	5.40	1.59282	68.6
29	-183.032	1.50		
30	92.851	5.25	1.59282	68.6
31	-89.192	2.00	1.67270	32.1
32	51.149	9.50		
33	-35.664	2.00	1.51823	58.9
34	39.995	7.45	1.83481	42.7
35*	-150.094	(可变)		
36		1.00	1.51633	64.1
37		0.50		

像面

10

## 【 0 1 5 1 】

非球面データ

第8面

K = 0.00000e+000 A 4= 1.99041e-006 A 6= 2.78559e-009 A 8=-4.04854e-012

第13面

K = 0.00000e+000 A 4=-1.47930e-006 A 6=-2.77297e-010 A 8= 4.91393e-012

20

第16面

K = 0.00000e+000 A 4=-2.10544e-006 A 6=-2.43576e-010

第26面

K = 0.00000e+000 A 4=-8.79499e-007 A 6= 4.90220e-010 A 8= 2.46390e-013

第35面

K = 0.00000e+000 A 4= 4.97037e-006 A 6=-1.78821e-009

各種データ

30

ズーム比 1.60

	広角	中間	望遠
焦点距離	51.50	64.06	82.52
Fナンバー	1.65	1.65	1.65
半画角(度)	22.79	18.66	14.69
レンズ全長	169.17	173.43	175.37
BF	25.27	24.75	24.78

d 5	4.50	14.88	23.56
d14	8.79	4.94	0.47
d15	2.11	2.39	1.00
d22	12.49	10.46	9.54
d35	24.11	23.59	23.62

40

レンズ群データ

群	始面	焦点距離
1	1	96.08
2	6	-27.74
3	16	51.86
4	23	63.63

50

【 0 1 5 2 】

[ 数値データ 7 ]

単位 mm

面データ

面番号	r	d	nd	d	
1	171.532	2.40	1.95906	17.5	
2	96.967	9.50	1.77250	49.6	
3	1427.522	0.00			10
4	86.754	6.85	1.80420	46.5	
5	275.527	(可変)			
6	112.887	1.50	1.77250	49.6	
7	33.093	10.26			
8*	-124.517	1.50	1.76802	49.2	
9	89.574	0.48			
10	64.423	7.35	2.00069	25.5	
11	-182.932	1.50	1.64000	60.1	
12	444.176	7.61			
13*	-44.932	1.50	1.69680	55.5	20
14	-291.025	(可変)			
15(絞リ)		(可変)			
16*	69.405	6.10	1.55332	71.7	
17	607.527	0.50			
18	83.103	4.60	1.59282	68.6	
19	220.118	0.50			
20	73.236	7.30	1.80400	46.6	
21	1343.986	0.50			
22	47.808	1.50	1.68893	31.1	
23	26.634	7.35	1.49700	81.5	30
24	35.611	(可変)			
25	-46.139	8.60	1.62299	58.2	
26	-26.634	1.70	1.62588	35.7	
27	-137.427	(可変)			
28*	57.717	7.75	1.59201	67.0	
29	-374.819	0.50			
30	63.024	7.75	1.59201	67.0	
31	-374.819	0.50			
32	52.078	8.00	1.59201	67.0	
33	-515.160	2.00	1.66680	33.0	40
34	44.739	7.62			
35	-333.539	1.50	1.58913	61.1	
36	28.075	8.50	1.83220	40.1	
37*	190.131	7.56			
38	-58.977	1.50	1.75520	27.5	
39	446.304	0.90			
40	48.389	10.20	1.68893	31.1	
41	-89.179	1.50	1.58913	61.1	
42	112.297	(可変)			
43		1.00	1.51633	64.1	50

44 0.50  
像面

## 【 0 1 5 3 】

非球面データ

第8面

K = 0.00000e+000 A 4= 5.79610e-007 A 6= 3.50743e-010 A 8=-1.07032e-013

第13面

K = 0.00000e+000 A 4=-1.12375e-007 A 6= 2.27487e-010 A 8= 3.95966e-013

10

第16面

K = 0.00000e+000 A 4=-1.15447e-006 A 6= 3.61481e-011

第28面

K = 0.00000e+000 A 4=-9.69621e-007 A 6= 3.25409e-010 A 8=-2.31811e-013

第37面

K = 0.00000e+000 A 4= 6.26621e-006 A 6= 1.51543e-009

20

各種データ

ズーム比 1.60

	広角	中間	望遠
焦点距離	51.50	64.02	82.52
Fナンバー	1.24	1.24	1.24
半画角(度)	22.79	18.67	14.69
レンズ全長	201.20	205.12	205.15
BF	6.50	6.92	8.92

d 5	5.98	15.46	23.24
d14	7.63	5.16	0.49
d15	6.50	4.22	1.02
d24	17.70	17.48	16.06
d27	2.00	0.99	0.53
d42	5.34	5.76	7.76

30

レンズ群データ

群 始面 焦点距離

1	1	105.59
2	6	-30.90
3	16	55.51
4	25	-115.29
5	28	43.33

40

## 【 0 1 5 4 】

[ 数値データ 8 ]

単位 mm

面データ

面番号 r d nd d

50

1	172.685	2.40	1.95906	17.5	
2	97.128	11.60	1.77250	49.6	
3	1260.147	0.00			
4	95.892	7.45	1.83481	42.7	
5	284.832	(可変)			
6	108.086	1.50	1.77250	49.6	
7	35.196	11.42			
8*	-115.742	1.50	1.76802	49.2	
9	90.869	1.07			
10	71.464	8.00	2.00069	25.5	10
11	-181.165	1.50	1.59282	68.6	
12	284.854	8.90			
13*	-48.108	1.50	1.69680	55.5	
14	-182.564	(可変)			
15(絞リ)		(可変)			
16*	70.144	6.95	1.55332	71.7	
17	528.295	0.82			
18	93.412	4.75	1.59282	68.6	
19	233.393	0.82			
20	73.621	7.85	1.80400	46.6	20
21	509.444	0.82			
22	52.096	1.50	1.68893	31.1	
23	28.597	8.50	1.49700	81.5	
24	37.446	(可変)			
25	-52.206	10.10	1.62299	58.2	
26	-28.597	1.70	1.63980	34.5	
27	-149.176	(可変)			
28*	57.717	8.85	1.59201	67.0	
29	-413.417	0.51			
30	66.184	8.85	1.59201	67.0	30
31	-413.417	0.51			
32	53.587	8.70	1.59201	67.0	
33	-1462.513	2.40	1.68893	31.1	
34	43.534	7.62			
35	-611.577	1.50	1.56384	60.7	
36	29.760	9.70	1.85026	32.3	
37*	206.375	6.75			
38	-76.654	1.50	1.64769	33.8	
39	102.620	0.90			
40	42.743	9.85	1.63854	55.4	40
41	-463.892	1.50	1.61272	58.7	
42	125.872	(可変)			
43		1.00	1.51633	64.1	
44		0.50			

像面

【 0 1 5 5 】

非球面データ

第8面

K = 0.00000e+000 A 4= 4.14074e-007 A 6= 1.91857e-010 A 8=-1.05589e-013

50

## 第13面

K = 0.00000e+000 A 4=-9.40306e-008 A 6= 1.51682e-010 A 8= 1.06334e-013

## 第16面

K = 0.00000e+000 A 4=-9.58458e-007 A 6= 2.98630e-011

## 第28面

K = 0.00000e+000 A 4=-1.08110e-006 A 6= 2.11720e-010 A 8=-1.34316e-013

10

## 第37面

K = 0.00000e+000 A 4= 5.19093e-006 A 6= 1.08712e-009

## 各種データ

ズーム比	1.60		
	広角	中間	望遠
焦点距離	51.50	64.17	82.52
Fナンバー	1.13	1.13	1.13
半画角(度)	22.79	18.63	14.69
レンズ全長	220.20	225.05	224.20
BF	6.51	6.53	8.64
d 5	6.89	17.43	25.67
d14	9.19	6.54	0.49
d15	6.50	4.43	1.39
d24	19.29	19.62	17.25
d27	2.02	0.70	0.96
d42	5.35	5.37	7.48

20

## レンズ群データ

群	始面	焦点距離
1	1	113.81
2	6	-33.11
3	16	61.62
4	25	-126.56
5	28	43.85

【 0 1 5 6 】

30

【 表 1 】

条件式	条件式		さらに好ましい		さらに好ましい		実施例1	実施例2	実施例3	実施例4	実施例5	実施例6	実施例7	実施例8
	下限値	上限値	下限値	上限値	下限値	上限値								
条件式(1)	0.70	2.50	1.10	2.20	1.12	1.90	1.44	1.44	1.24	1.85	1.85	1.64	1.24	1.13
条件式(2)	0.40	1.00	0.45	0.80	0.47	0.70	0.53	0.59	0.53	0.50	0.48	0.52	0.62	0.61
							184.33	187.84	201.66	157.90	162.20	169.17	201.20	220.20
条件式(3)	0.02	0.30	0.05	0.28	0.12	0.25	97.34	111.34	107.00	79.00	77.84	87.64	124.13	134.26
							0.15	0.13	0.18	0.15	0.24	0.14	0.14	0.14
条件式(4)	0.01	0.40	0.02	0.35	0.04	0.31	14.57	14.59	19.16	12.03	18.62	12.49	17.70	19.29
							0.26	0.11	0.21	0.29	0.30	0.29	0.05	0.05
条件式(5)	10	30	10	20	11	16	25.27	12.38	22.89	23.10	23.12	25.27	6.50	6.51
							14	16	14	13	11	12	16	16
条件式(6)	0.01	0.35	0.02	0.30	0.05	0.28	0.24	0.12	0.21	0.24	0.22	0.26	0.06	0.06
							104.35	99.10	106.65	96.44	106.46	96.08	105.59	113.81
条件式(7)	0.50	1.00	0.56	0.90	0.61	0.80	0.67	0.66	0.64	0.65	0.62	0.67	0.65	0.64
							122.61	123.71	129.89	102.10	100.96	112.91	130.63	140.77
条件式(8)	-20.00	-0.10	-3.00	-0.30	-1.10	-0.60	-0.74	-0.73	-0.72	-0.89	-1.00	-0.84	-0.75	-0.71
							-34.67	-33.94	-35.74	-36.55	-41.67	-37.22	-32.47	-35.39
条件式(9)	-1000.00	-1.00	-500.00	-1.50	-20.00	-3.00	46.97	46.38	49.89	41.08	41.81	44.08	43.33	50.16
							-5.53	-5.46	-8.07	-6.71	-3.94	-6.00	-7.77	-6.07
条件式(10)	-2.50	-0.25	-1.00	-0.35	-0.80	-0.50	34.391	33.654	38.262	36.132	36.910	34.688	35.611	37.446
							-49.560	-48.733	-49.084	-48.791	-62.035	-48.555	-46.139	-52.206
条件式(11)	-2.50	-0.25	-1.00	-0.35	-0.70	-0.45	54.30	54.47	62.72	49.25	58.09	51.86	55.51	61.62
							-0.54	-0.53	-0.59	-0.60	-0.65	-0.58	-0.50	-0.57
条件式(12)	0.50	2.00	0.70	1.50	0.78	1.05	63.73	64.01	60.87	61.33	63.90	63.63	64.83	62.12
							0.85	0.85	1.03	0.80	0.91	0.81	0.86	0.99
条件式(13)	0.10	1.00	0.20	0.70	0.35	0.55	0.45	0.47	0.47	0.43	0.39	0.46	0.41	0.44
							-1.62	-1.60	-1.58	-1.45	-1.33	-1.59	-1.40	-1.52
条件式(14)	-3.00	-1.00	-2.00	-1.10	-1.70	-1.20	-29.07	-28.94	-31.54	-28.28	-31.50	-27.74	-30.90	-33.11
							-3.59	-3.42	-3.38	-3.41	-3.38	-3.46	-3.42	-3.44
条件式(15)	-10.00	-2.00	-5.00	-2.50	-3.70	-3.20	1.92	1.82	1.70	1.96	2.55	1.85	1.90	1.85
							0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
条件式(16)	1.00	5.00	1.40	3.00	1.60	2.60	54.30	54.47	62.72	49.25	41.81	51.86	55.51	61.62
							-0.54	-0.53	-0.50	-0.57	-0.75	-0.53	-0.56	-0.54
条件式(17)	-1.50	-0.30	-1.00	-0.40	-0.80	-0.45	-0.60	-0.36	-0.21	-0.63	-0.67	-0.48	-0.30	-0.27
							-7.35	-4.69	-3.02	-6.80	-7.49	-6.19	-3.94	-4.00
条件式(18)	-2.00	-0.05	-1.00	-0.10	-0.75	-0.15	12.33	12.87	14.44	10.76	11.23	12.87	13.32	14.78
							0.118	0.130	0.135	0.112	0.105	0.134	0.126	0.130
条件式(19)	0.020	0.500	0.050	0.200	0.090	0.150	-0.070	-0.047	-0.028	-0.070	-0.070	-0.064	-0.037	-0.035
							-0.300	-0.015	-0.100	-0.020	-0.070	-0.070	-0.064	-0.037
条件式(20)	-1.000	-0.100	-0.300	-0.015	-0.100	-0.800	-0.833	-0.925	-0.921	-0.938	-0.950	-0.934	-0.905	-0.919
							-1.000	-0.980	-0.700	-0.800	-0.950	-0.934	-0.905	-0.919
条件式(21)	-1.000	-0.500	-0.980	-0.700	-0.970	-0.800	-0.60	-0.59	-0.66	-0.53	-0.39	-0.55	-0.73	-0.58
							-39.288	-40.818	-42.716	-35.973	-34.850	-37.316	-44.932	-48.108
条件式(22)	-1.00	-0.20	-0.90	-0.30	-0.80	-0.35	-156.054	-159.734	-212.080	-118.318	-79.654	-129.702	-291.025	-182.564
							2.61	2.73	2.44	2.66	2.88	2.74	2.47	2.84
条件式(23)	1.50	5.00	2.00	4.00	2.30	3.00	-75.755	-79.095	-77.044	-75.094	-90.583	-76.047	-76.449	-94.176
							2.61	2.73	2.44	2.66	2.88	2.74	2.47	2.84

10

20

30

40

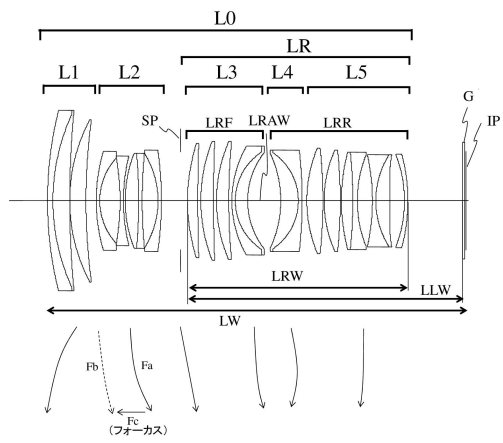
【 符号の説明 】

【 0 1 5 7 】

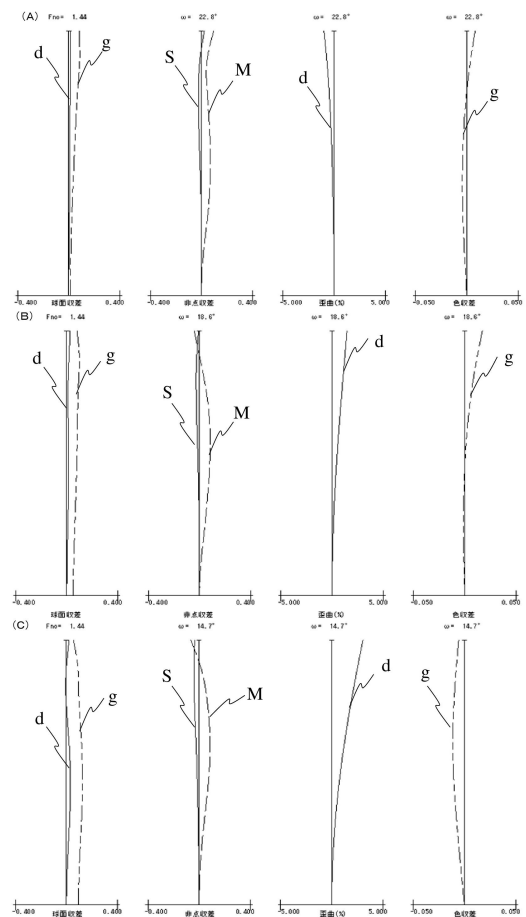
50

- L 0   ズームレンズ
- L 1   第1レンズ群
- L 2   第2レンズ群
- L 3   第3レンズ群
- L 4   第4レンズ群
- L 5   第5レンズ群
- L R   後群
- L 3   第3レンズ群
- L 4   第4レンズ群
- S P   開口絞り

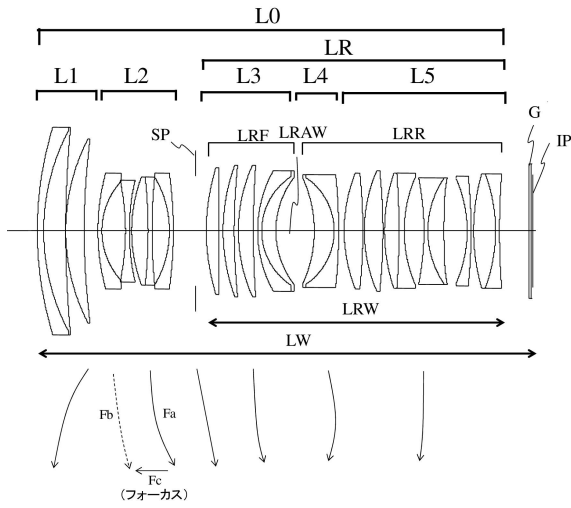
【図1】



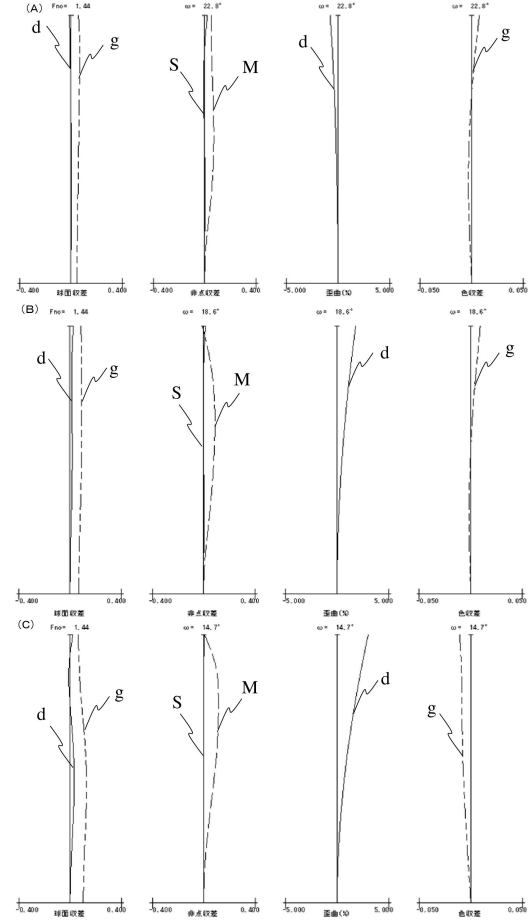
【図2】



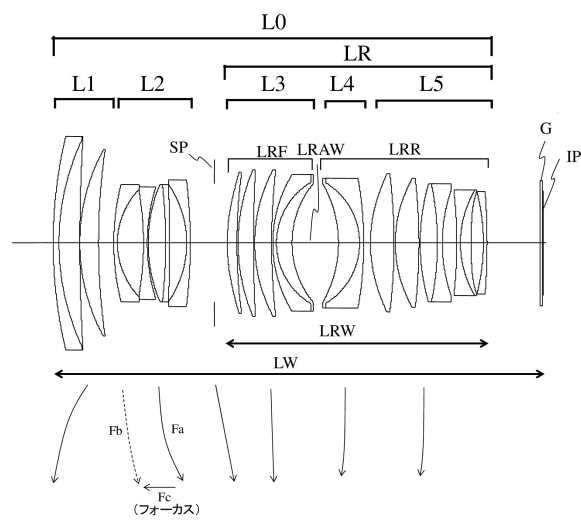
【図3】



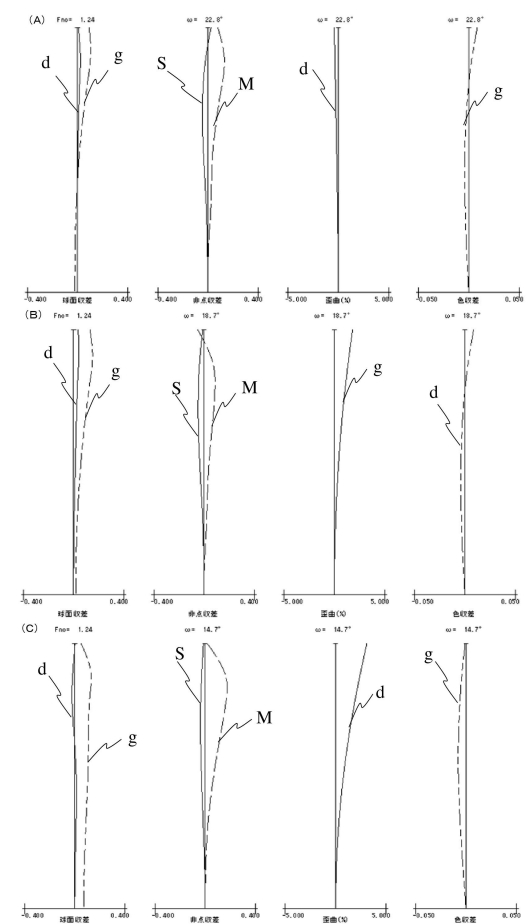
【図4】



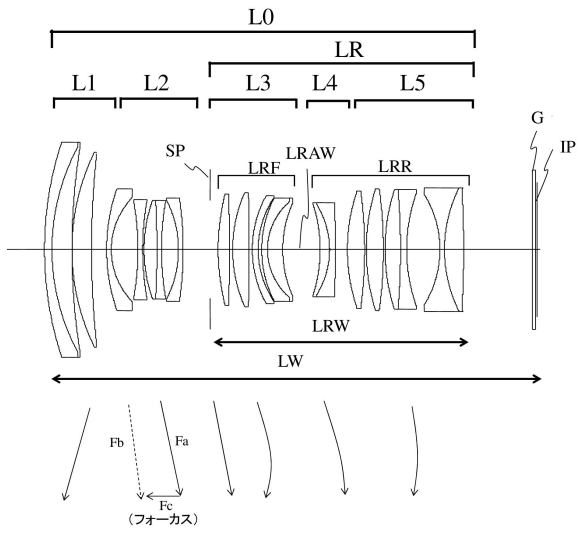
【図5】



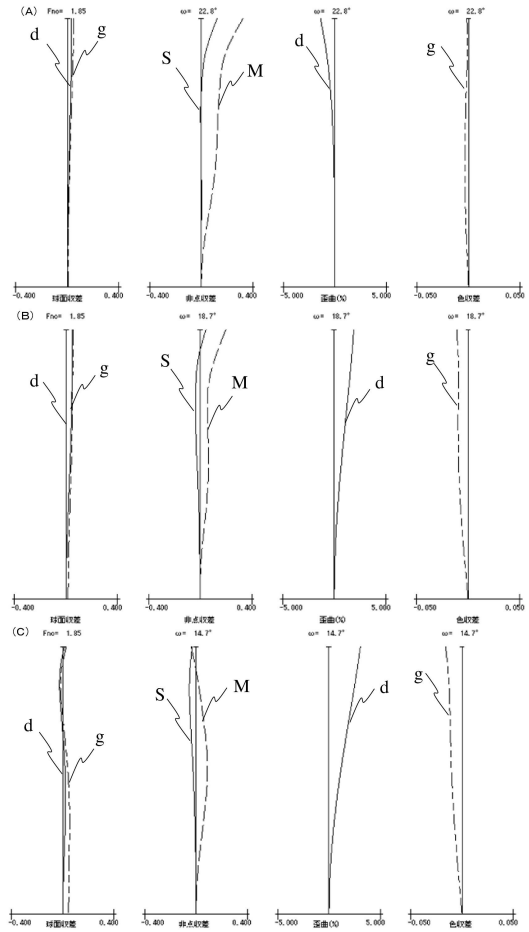
【図6】



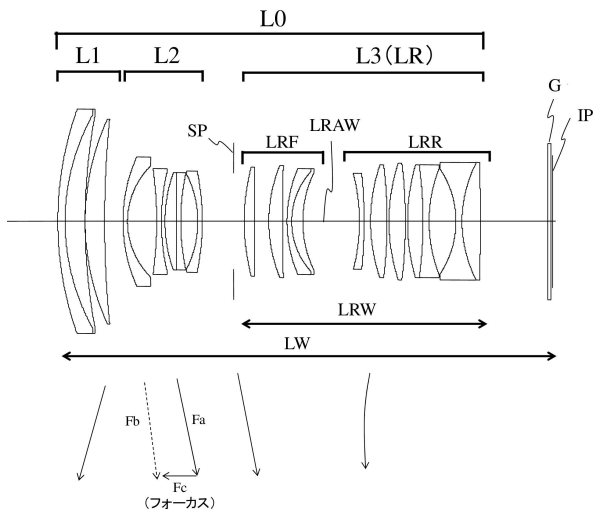
【図7】



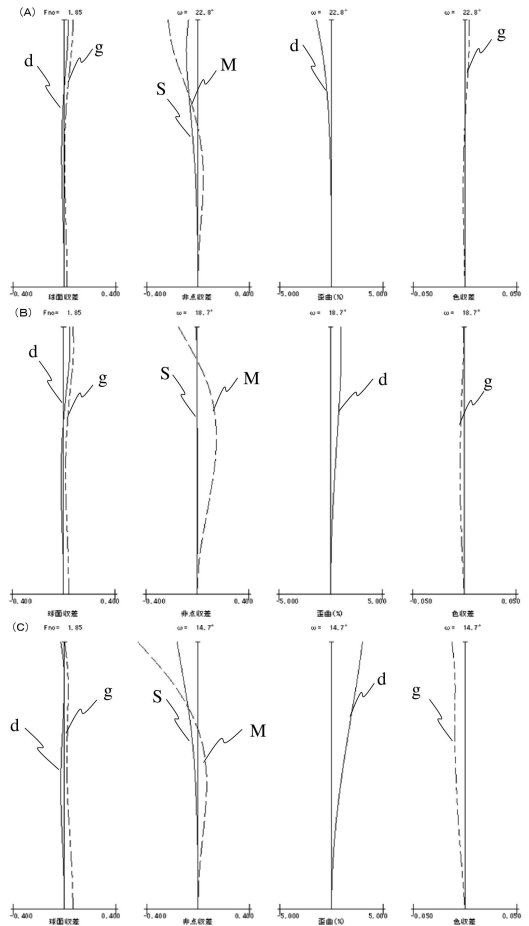
【図8】



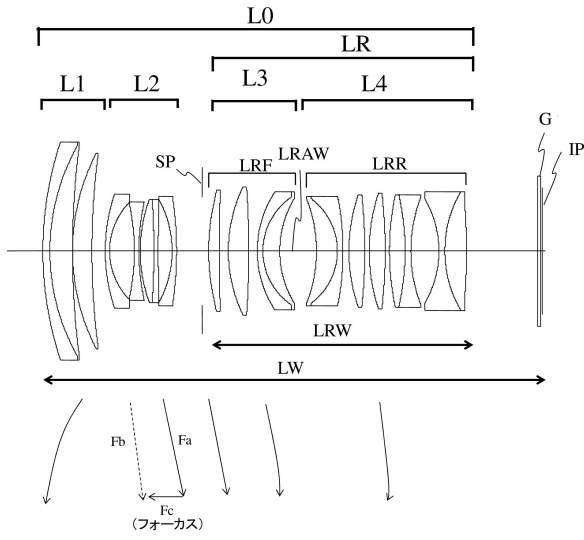
【図9】



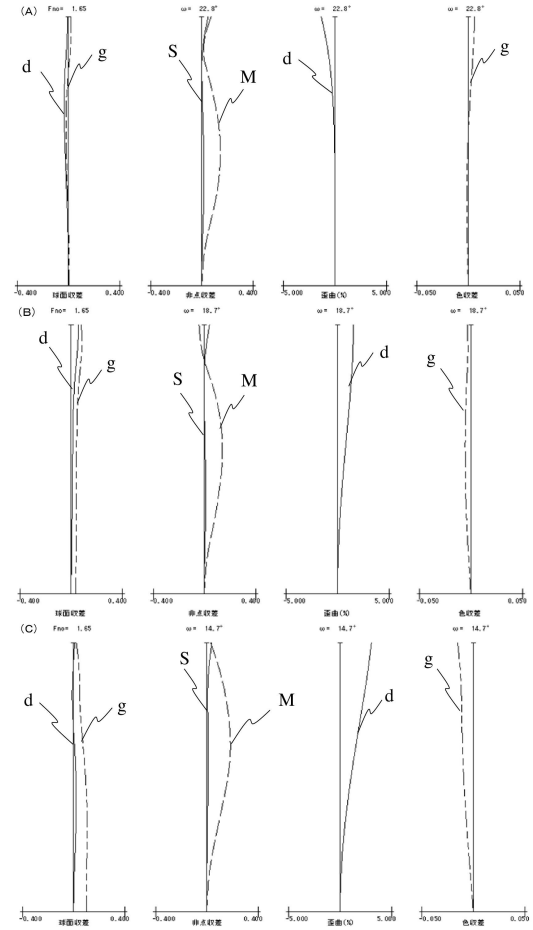
【図10】



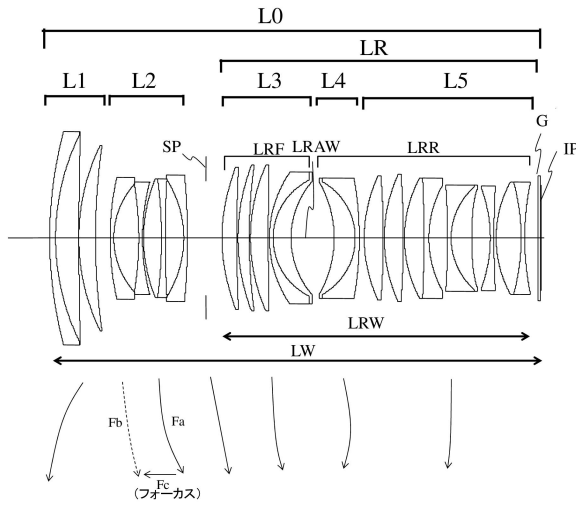
【図 1 1】



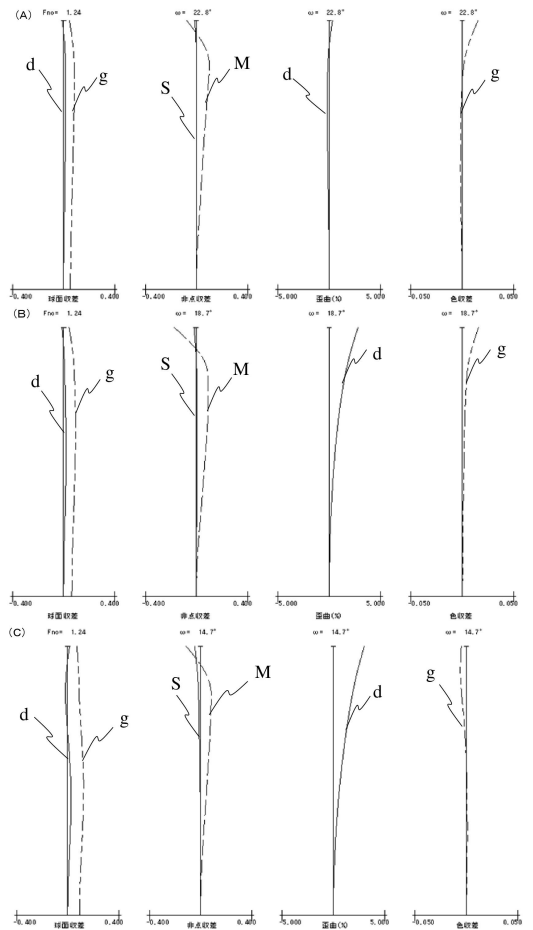
【図 1 2】



【図 1 3】



【図 1 4】





---

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2007-093974(JP,A)  
特開2013-171207(JP,A)  
特開昭59-031920(JP,A)  
特開昭60-260912(JP,A)  
特開2013-218298(JP,A)  
欧州特許出願公開第02690481(EP,A1)  
特開2010-014866(JP,A)  
特開平11-174323(JP,A)  
特開平06-281862(JP,A)  
特開昭63-029718(JP,A)  
特開昭64-074517(JP,A)  
特開昭51-073450(JP,A)  
特開2017-026974(JP,A)  
特開2011-013536(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

- G02B 9/00 - 17/08  
G02B 21/02 - 21/04  
G02B 25/00 - 25/04